

年輪の謎を探る



福井県小浜市立小浜第二中学校
2年 島田 星奈

I. 研究の動機

私が小学校6年生の時の理科研究「年輪の不思議」で年輪について調べた。その研究では、自宅近くの山で伐採されたスギの木の年輪について調べた。スギの木の年輪がどのようにしてできるのか、年輪の偏りには何が関係しているかなど調べて、はじめてわかったことがたくさんあった。

しかし、スギの木の年輪については分かったけれども、「他の木の場合はどうだろうか？」という疑問がわいてきた。調べてみたいという気持ちはあったが、調べる素材がなかった。しかし、今年の初春に山の登り道を整備するために自宅の裏山で木を伐採していた。いろいろな木の年輪を調べるチャンスと思い、今年はスギ以外の木の他の木の年輪について調べることにした。

II. 研究の目的

年輪は木の種類によってどのような違いがあるのか、また年輪形成と気温などの環境とどのような関係性があるのか、年輪の偏りは樹木によって違いがあるのか明らかにする。さらに、恐竜時代の大昔の樹木にも年輪があるのか明らかにする。

III. 研究の手順

- ①伐採されたいろいろな種類の樹木の年輪を実際に山に行き調べて記録する。
- ②年輪を持ち帰り、双眼実体顕微鏡で年輪の組織構造について詳しく調べる。
- ③記録したデータをもとに、年輪形成と環境との関係性について調べる。
- ④調べたデータをもとに、樹木の種類と年輪の偏りとの関係について調べる。
- ⑤大昔の樹木の化石を分析して、年輪について調べる。

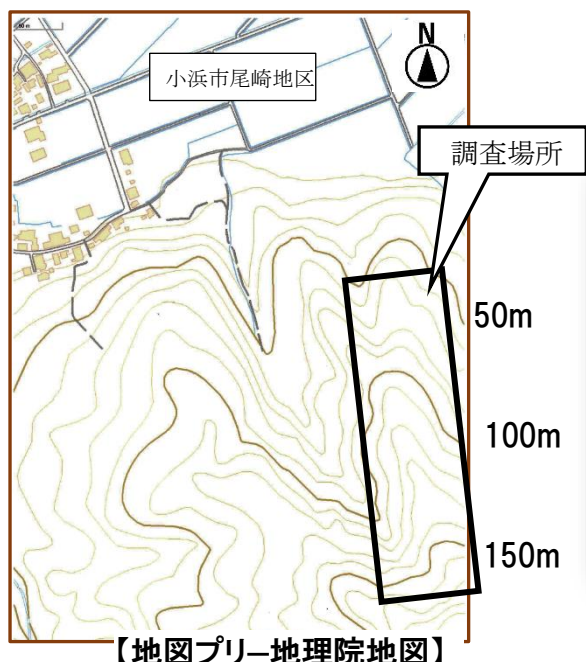
IV. 研究の内容

1. 木の年輪を調べた場所・調査期間

○調査場所：福井県小浜市尾崎地区の山

○標高： 約50m～150m

○調査期間：2018年5月～8月



2. 調査方法

【野外調査で】

①調査する樹木の種類を決める

※針葉樹・広葉樹、落葉・常緑など種類の違う樹木で、山道で一般的に見られるもの

※今年伐採された樹木で幹の太さが5～20cmくらいで、樹皮などに特徴があり切り株から種類が特定できるもの

※病気などで腐っていたり、樹径が太すぎたり細すぎたりしないものに限定した

②樹木の生えていた地形（土地の傾き）、年輪の方位、樹木の傾き、位置についても記録しておく

③さらに詳しく調べるために伐採された樹木の幹を薄く切り持ち帰る



【自宅で】

④年輪を観察し易くするために、ディスクサンダーで削る

⑤樹木ごとに年輪をデジタルカメラで撮影する

⑥樹木の年輪の組織構造について双眼実体顕微鏡を使って観察する

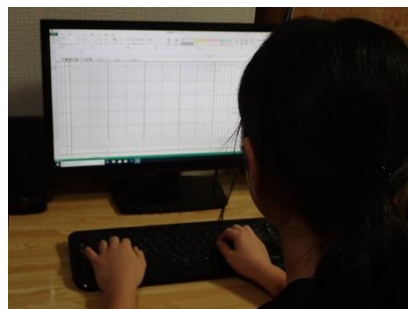
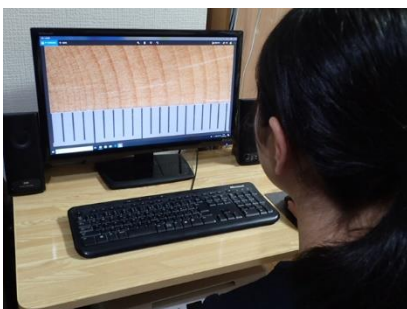
⑦野外調査で得たデータやデジタルカメラで撮影したデータをもとに、年輪幅について分析する



【年輪幅の調べ方】

(1) デジタルカメラで撮影した年輪の画像をパソコンで拡大し、1本1本の年輪幅を0.1mm単位で読み取り、記録していく。

(2) 年輪幅のデータをパソコンでエクセル（表計算ソフト）を使って入力し、年輪幅の変化をグラフ化し、年輪幅と気象条件などとの関連性について分析する。



3. 年輪調査を行った樹木

【調査地域にみられる樹木の概要】

小浜市尾崎地区の自宅近くの山では、植林されたスギやヒノキの他、自然に生えているさまざまな樹木が見られる。まずは、山道脇にどのような樹木が見られるか観察を行った。山道沿いで伐採された樹木を調べたところ、落葉広葉樹であるコナラ、リョウブ、ネジキが多く見られた。また、常緑広葉樹ではモチノキ、ヤブツバキ、アセビが多く見られた。常緑針葉樹ではアカマツが多かったが、木の病気等で枯れていたり腐っていたりする樹木が多く見られた。これらの結果をふまえて、以下の樹木の年輪について調べることにした。



【調査を行った小浜市尾崎地区山林】

【調査を行った樹木】

8科10属10種の樹木 [調査個体数：114]

○ヒノキ科	ヒノキ属	ヒノキ	(学名： <i>Chamae cyparis obtuse</i>)	[調査個体数：15]
○ブナ科	コナラ属	コナラ	(学名： <i>Quercus serrate</i>)	[調査個体数：15]
○マツ科	マツ属	アカマツ	(学名： <i>Pinus densiflora</i>)	[調査個体数：14]
○カバノキ科	クマシデ属	イヌシデ	(学名： <i>Carpinus tschonoskii</i>)	[調査個体数：14]
○リョウブ科	リョウブ属	リョウブ	(学名： <i>Clethra barbinervis</i>)	[調査個体数：12]
○ツツジ科	ネジキ属	ネジキ	(学名： <i>Lyonia ovalifolia</i> var. <i>elliptica</i>)	[調査個体数：8]
○ツツジ科	アセビ属	アセビ	(学名： <i>Pieris japonica</i>)	[調査個体数：10]
○ツバキ科	ツバキ属	ヤブツバキ	(学名： <i>Camellia japonica</i>)	[調査個体数：10]
○ツバキ科	ヒサカキ属	ヒサカキ	(学名： <i>Eurya japonica</i>)	[調査個体数：6]
○モチノキ科	モチノキ属	モチノキ	(学名： <i>Ilex integra</i>)	[調査個体数：10]

〈常緑針葉樹〉



【撮影地：小浜市尾崎区】

【ヒノキ】山中に自生する常緑の高木。直幹性で高さ約30メートル、径1メートル程になる。樹皮は赤褐色、縦裂する花期は4月。雌雄同株。本州(福島県以南)～九州に分布、県内では比較的深山に見られる。浅山のものはほとんど植林されたものである。

〈常緑針葉樹〉



【撮影地：小浜市尾崎区】

【アカマツ】常緑の高木。樹高20～30m。樹皮は赤褐色、古くなると裂け目が入り、亀甲状の鱗片にはがれる。花期は4～5月。雌雄同株。毬果は翌年の秋に熟し、種子は倒卵形。本州～九州に分布し、県内に普通。

〈 落葉広葉樹 〉



【撮影地：小浜市尾崎区】

【コナラ】山野の雑木林などに多く生える落葉高木で、高さ 15m ほどになる。樹皮は灰白色、縦の割れ目がある。花期は 4 月～5 月。葉の展開と同時に咲く。北海道～九州に分布し、県内に普通。本州～九州に分布し、県内にも見られる。

〈 落葉広葉樹 〉



【撮影地：小浜市尾崎区】

【イヌシデ】山地の雑木林などに生育する落葉高木で、高さ 10～15m になる。樹皮は灰褐色で、老木では浅い縦の割れ目がある。花は 4～5 月に新葉と同時に咲く。本州～九州に分布し、県内では普通。

〈 落葉広葉樹 〉



【撮影地：小浜市尾崎区】

【リョウブ】山中に生える落葉の高木、高さ 3～7m。樹皮は剥げ落ち、なめらか、赤褐色と白色のまだら模様ができる。花期は 7～8 月。北海道～九州に分布し、県内にごく普通。

〈 落葉広葉樹 〉



【撮影地：小浜市尾崎区】

【ネジキ】山地に生える落葉の小高木、高さ 3～6m。幹がねじれる特徴がある。花期は 5～6 月。前年枝の葉腋から長さ 4～6cm の総状花序を横に出し、長い壺状の白花を多数下向きにつける。本州～九州に分布し、県内に普通。

〈 常緑広葉樹 〉



【撮影地：小浜市尾崎区】

【アセビ】山地に生える常緑の低木、高さ 1～4m。葉は長楕円形～倒披針形、縁は上半部に浅い鋸歯があり、先は尖る。花期は 4～5 月。本州～九州に分布し、県内では主に嶺南で見られる。

〈 常緑広葉樹 〉



【撮影地：小浜市尾崎区】

【ヤブツバキ】ヤブツバキは本州～九州に分布し、直幹性で、葉柄は無毛、葉縁に鈍鋸歯がある。ユキバタツバキというヤブツバキとユキツバキの両種の交雑により生じた種もある。普通ツバキという場合は、これらの分類群を含んでいる。

〈 常緑広葉樹 〉



【撮影地：小浜市尾崎区】

【ヒサカキ】低地や山地に生える常緑の小高木～低木。高さ 3～5m、よく分枝する。花期は 3 月～4 月。本州～九州に分布し、県内に普通。和名はサカキと異なる非サカキの意、あるいは姫サカキはが転化したとする説もある。

〈 常緑広葉樹 〉



【撮影地：小浜市尾崎区】

【モチノキ】山地に生える常緑の高木、高さ 6～10m。庭や公園などにも植えられる。花期は 4 月。雌雄異株。本州～九州に分布し、県内では沿海地に多い。和名は、樹皮から鳥もちを作ることによる。

『※植物の説明については、福井県植物図鑑③福井の樹木より引用』

【調査をおこなった尾崎地区の山道の伐採された樹木について】

当初、山道周囲で切り倒された樹木の年輪をその場で記録しようと考えていたが、ほとんどの樹木において伐採されて数日で表面にカビが生えたり、菌類で変色したりして年輪を観察することができないと分かった。そこで、伐採された幹を薄く切り年輪を持ち帰り、サンダーで磨き断面を見やすくして年輪を観察することにした。



【調査を行った山道】 小浜市尾崎区



コナラの
切り株



イヌシデの
切り株

V. 研究の内容 ①

☆ 樹木の種類によって年輪の組織構造がどのように違うか調べる

ヒノキ (学名: *Chamae cyparis obtuse*)

肉眼による年輪の観察

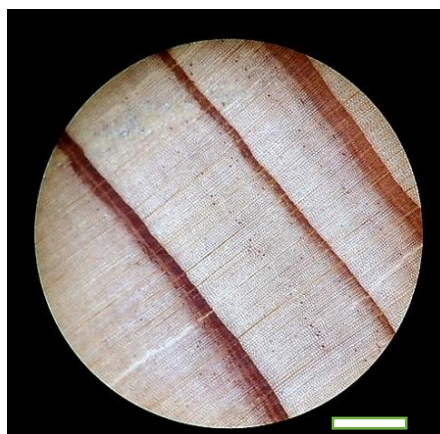


【断面を磨いて出てきた年輪】

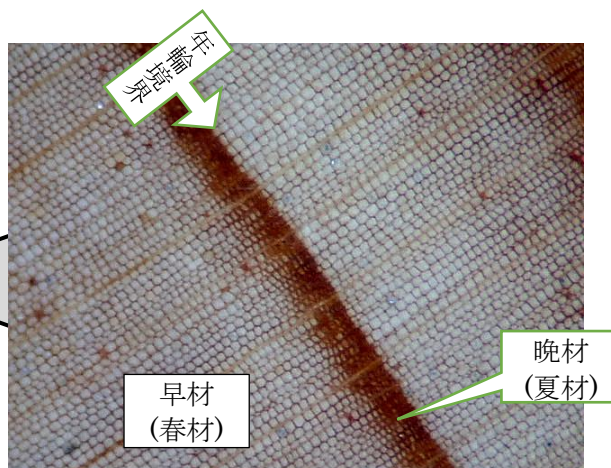
早材の白と晩材の赤茶色の部分が美しい縞模様となり、肉眼でも年輪がはっきりと分かる。年輪幅は狭い部分で約1mm 広い部分では5mmを超える部分もみられる。今回調べたヒノキの年輪ではおよそ2~3mmの間のもが多い。双眼実体顕微鏡では、仮道管の組織が幹の中心部から外皮方向に放射状に並んでいるのが観察できる。道管は観察できない。

双眼実体顕微鏡による年輪の観察

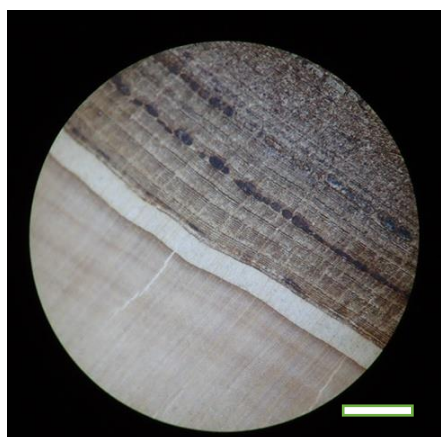
【双眼実体顕微鏡で見た年輪の組織】



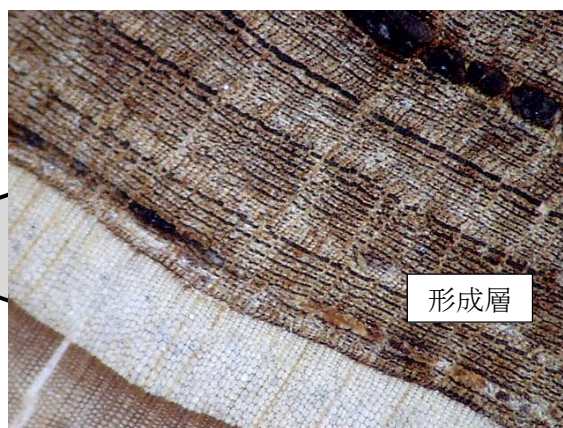
【年輪の部分】 ※スケール 1mm



【拡大撮影したもの】



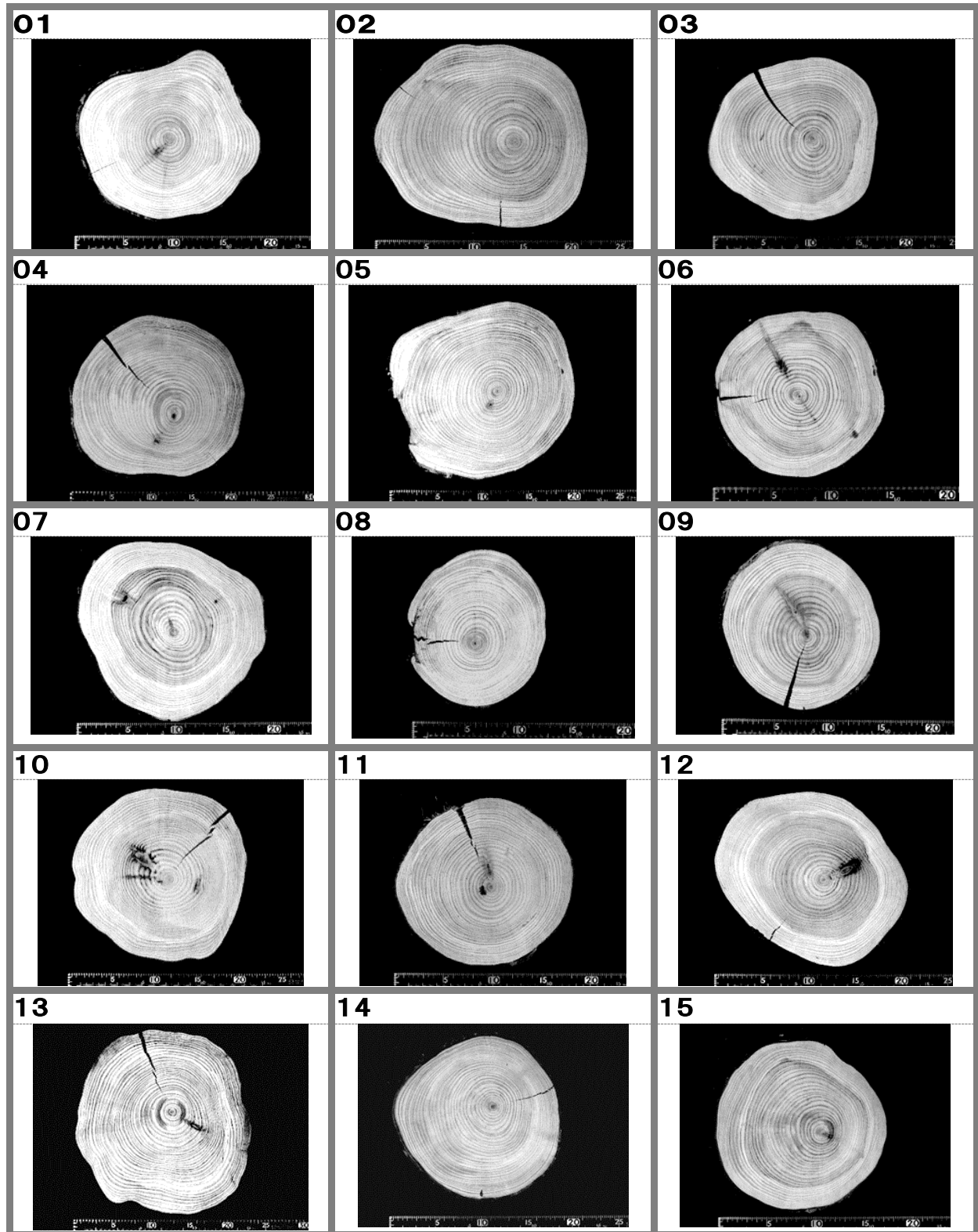
【形成層の部分】



【拡大撮影したもの】

ヒノキ (学名: *Chamae cyparis obtuse*) ☆ ヒノキ科 ヒノキ属

☆調査をおこなったヒノキの年輪写真 (調査個体数: 15)



個体番号	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	平均
樹齡(年輪数)	35	37	36	37	39	39	38	36	36	37	38	38	37	33	37	36.9

コナラ (学名 : *Quercus serrate*)

肉眼による年輪の観察

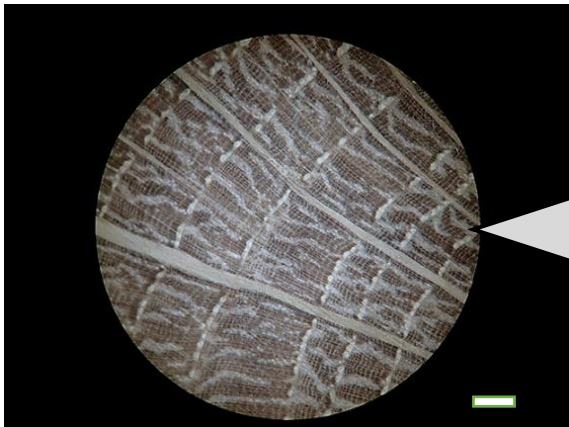


【断面を磨いて出てきた年輪】

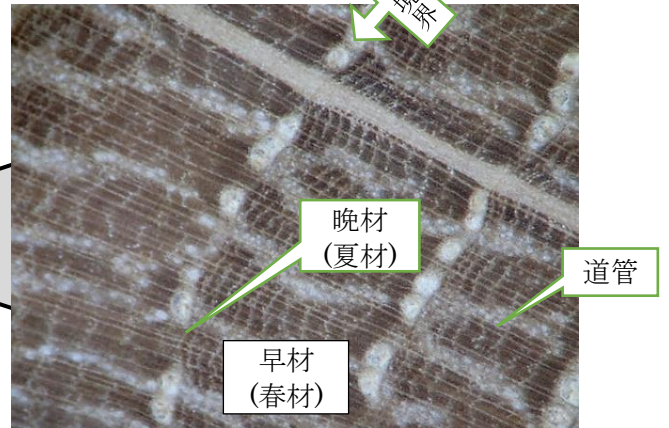
年輪は白い点状の組織が中心部分から並んでいるのが肉眼でも確認できる。年輪幅は狭いもので1mm 広いもので4mm 以上の部分もある。今回調べたコナラの年輪はおよそ1~3mm のものが多い。双眼実体顕微鏡で観察すると環状に並んだ道管と中心部より放射状に伸びる道管が観察できる。これらの道管とは別に中心部より伸びる、何本もの放射状の組織が発達している。

双眼実体顕微鏡による年輪の観察

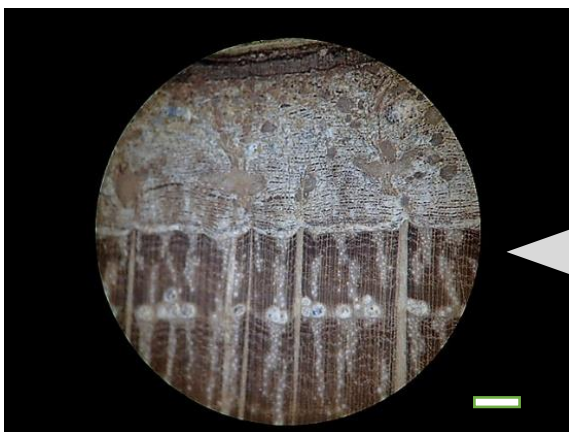
【双眼実体顕微鏡で見た年輪の組織】



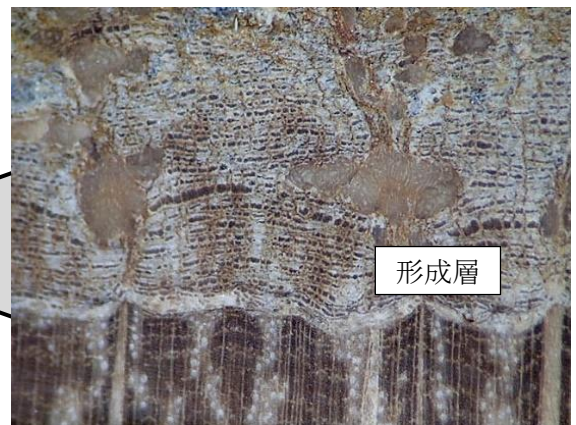
【年輪の部分】 ※スケール 1mm



【拡大撮影したもの】



【形成層の部分】



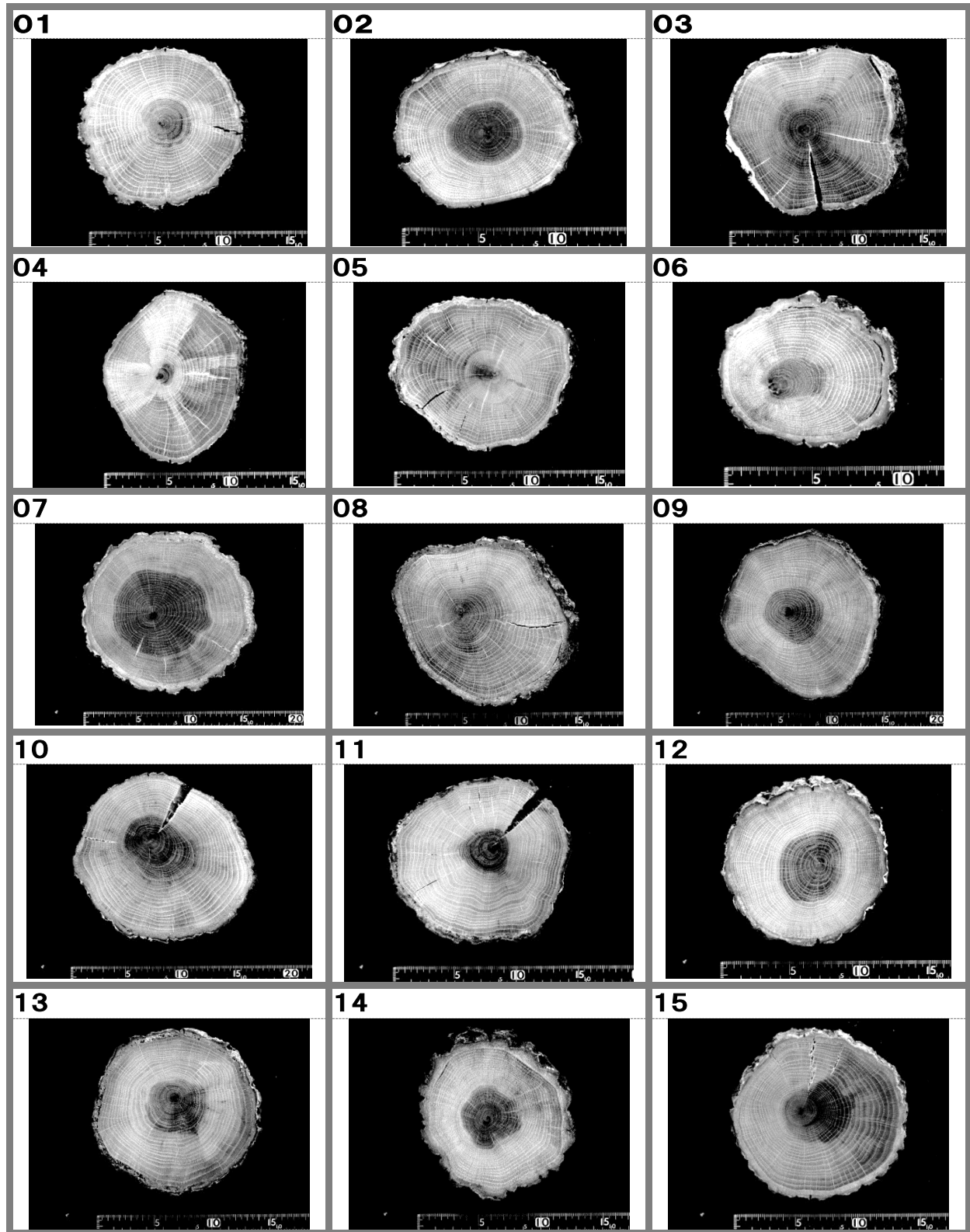
【拡大撮影したもの】

コナラ (学名: *Quercus serrate*)

☆ ブナ科

コナラ属

☆調査をおこなったコナラの年輪写真 (調査個体数: 15)



個体番号	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	平均
樹齡(年輪数)	29	32	30	31	28	29	30	28	29	29	34	29	30	31	32	30.1

アカマツ (学名 : *Pinus densiflora*)

肉眼による年輪の観察

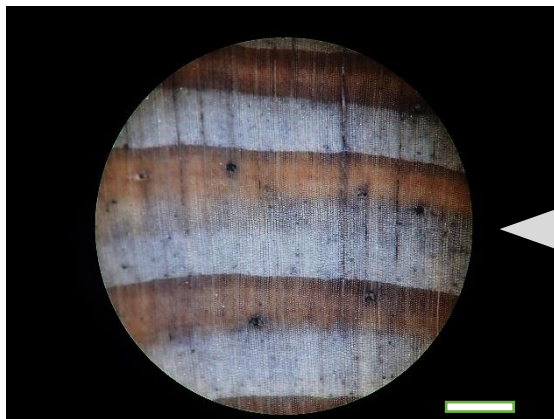


【断面を磨いて出てきた年輪】

スギの年輪と同じように、肉眼でも1つ1つの年輪がはっきりと確認できる。早材の白い部分と晩材の茶色の部分が交互にかさなり美しい縞模様となっている。年輪幅は狭い部分で約0.5mm以下であるが、広い部分では3mm以上になる部分が見られる。今回調べたアカマツではおよそ1~2mmの年輪幅のものがほとんどである。双眼実体顕微鏡では、仮道管の組織が幹の中心部から外皮方向に放射状に並んでいるのが観察できる。道管は観察できない。

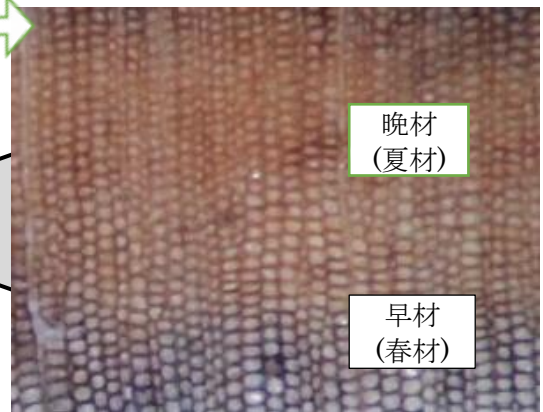
双眼実体顕微鏡による年輪の観察

【双眼実体顕微鏡で見た年輪の組織】

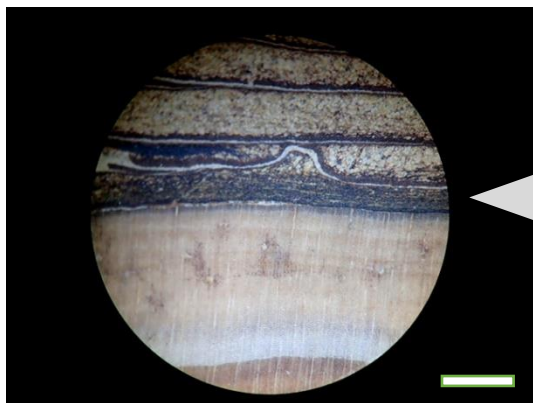


【年輪の部分】 ※スケール 1mm

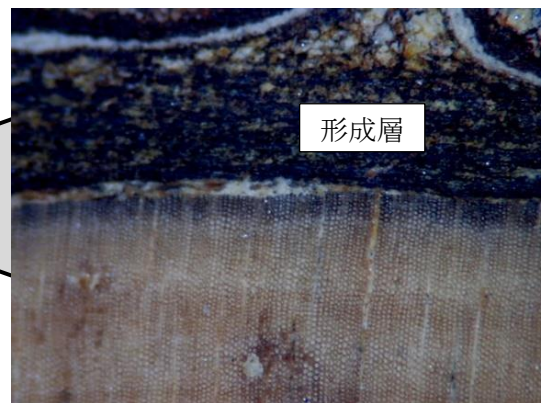
年輪境界



【拡大撮影したもの】



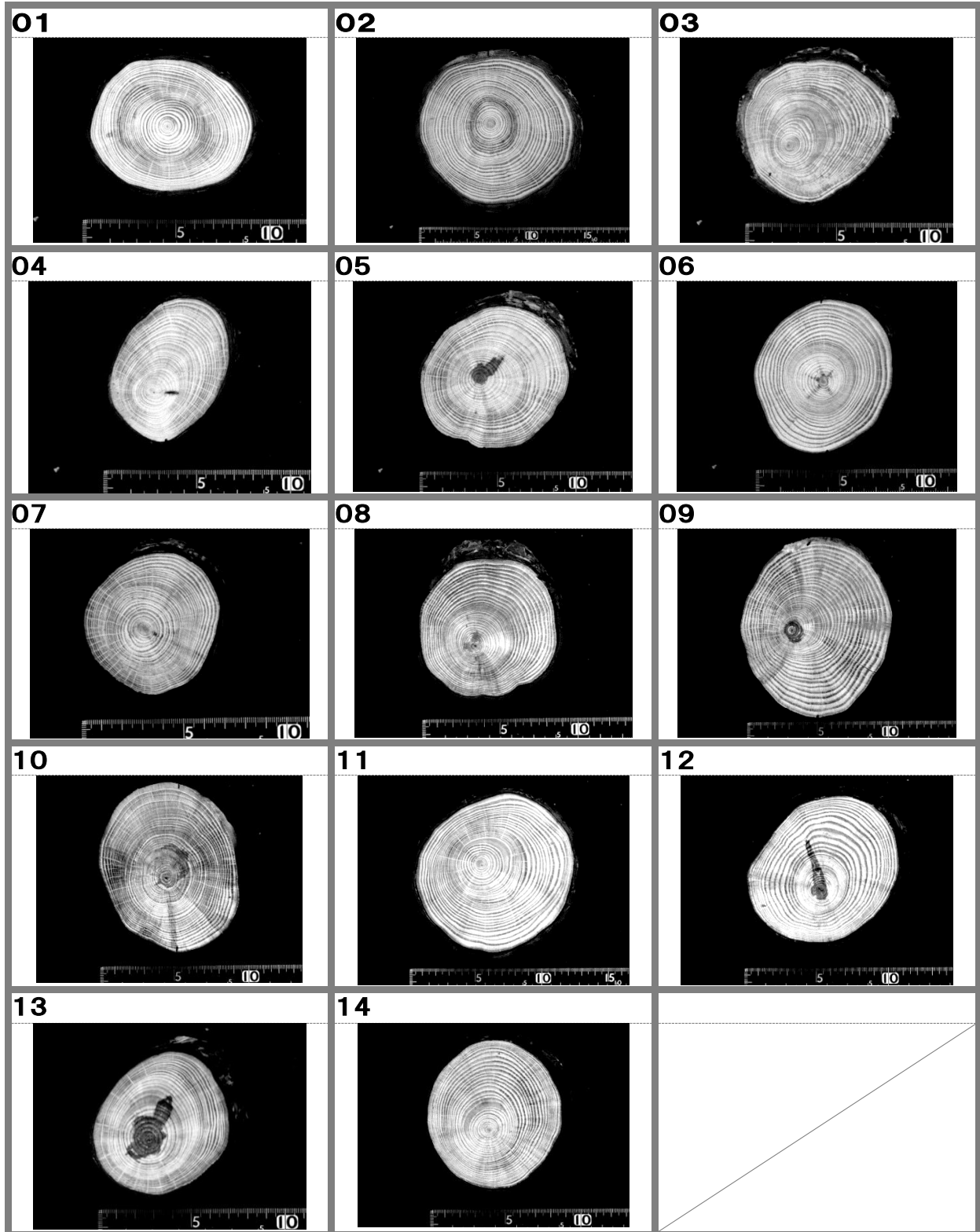
【形成層の部分】



【拡大撮影したもの】

アカマツ (学名 : *Pinus densiflora*) ☆マツ科 マツ属

☆調査をおこなったアカマツの年輪写真 (調査個体数 : 14)



個体番号	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	平均
樹齡(年輪数)	34	36	37	36	38	31	34	38	36	35	36	33	28	35	34.8

イヌシデ (学名: *Carpinus tschonoskii*)

肉眼による年輪の観察

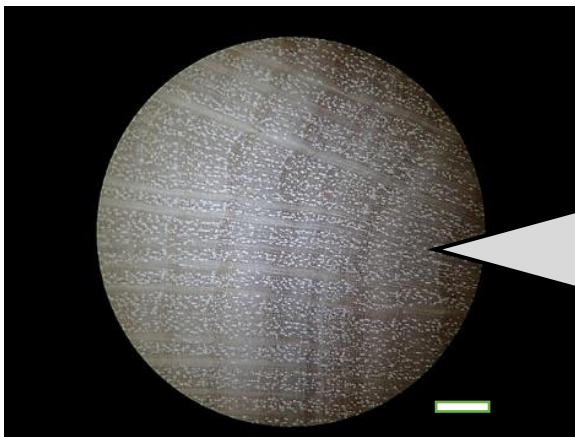


【断面を磨いて出てきた年輪】

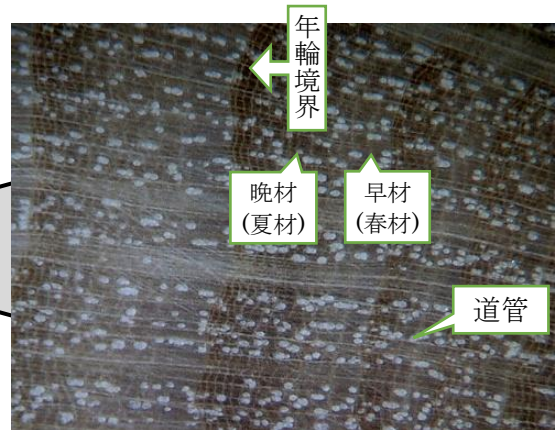
ヒノキやマツと比べると年輪がわかりにくい。早材と晩材の色の違いがあまりないことが大きな原因である。また、年輪がヒノキやマツのような美しい同心円状とならず、いびつに曲がっている部分が多い。年輪のわかりやすい部分とそうでない部分があり、途中で変形したり途中で消えたりしている年輪があるために、年輪の数を数えたり年輪幅を調べたりすることも難しい。双眼実体顕微鏡で観察すると中心部より伸びる放射状の組織が発達し、その間に小さな道管がたくさん散らばっている。

双眼実体顕微鏡による年輪の観察

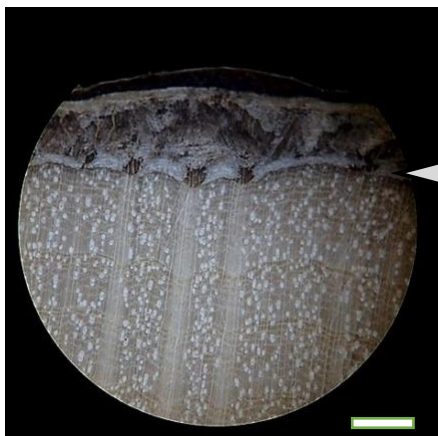
【双眼実体顕微鏡で見た年輪の組織】



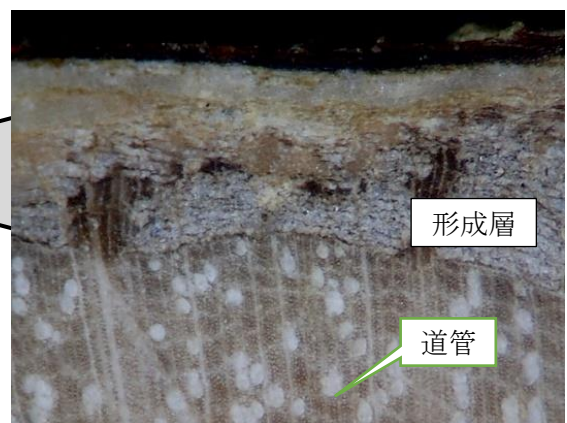
【年輪の部分】 ※スケール 1mm



【拡大撮影したもの】



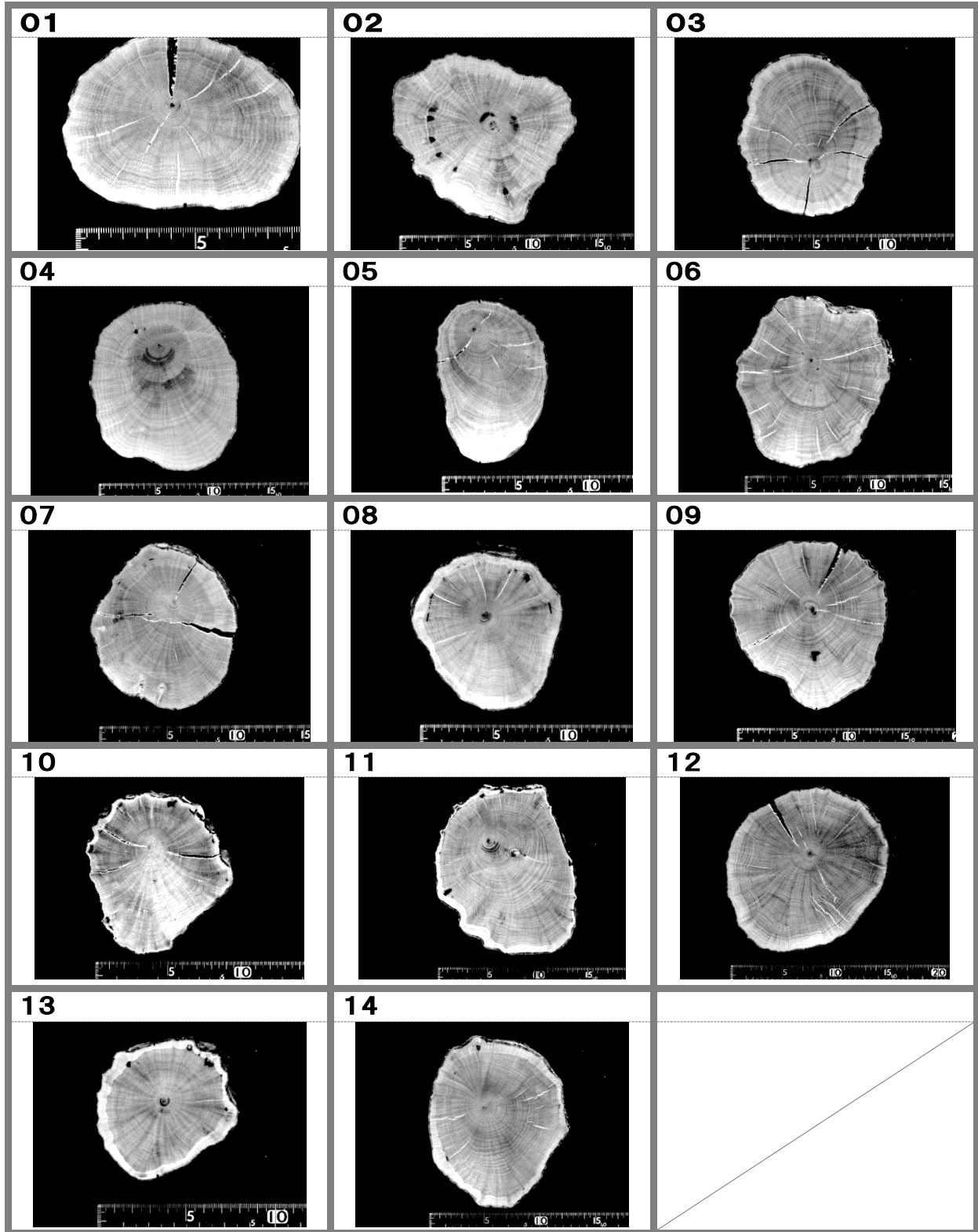
【形成層の部分】



【拡大撮影したもの】

イヌシデ (学名: *Carpinus tschonoskii*) ☆ カバノキ科 クマシデ属

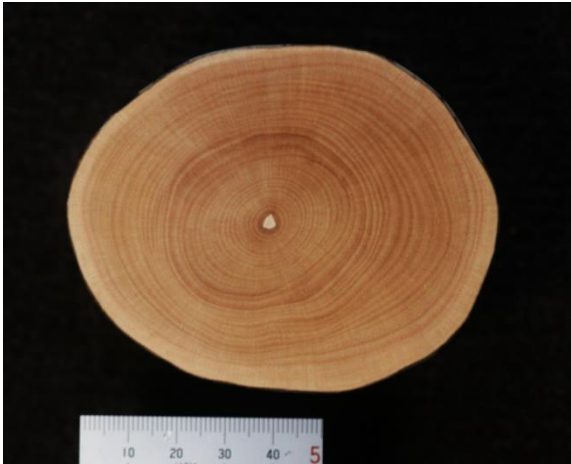
☆調査をおこなったイヌシデの年輪写真 (調査個体数: 14)



個体番号	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	平均
樹齡(年輪数)	31	28	33	39	30	40	32	40	37	32	44	56	37	48	37.7

リョウブ (学名: *Clethra barbinervis*)

肉眼による年輪の観察

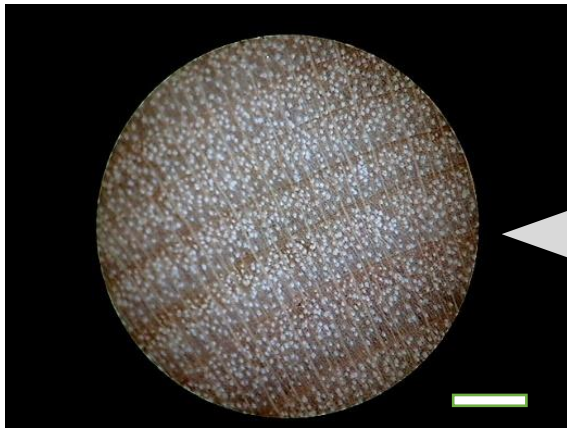


【断面を磨いて出てきた年輪】

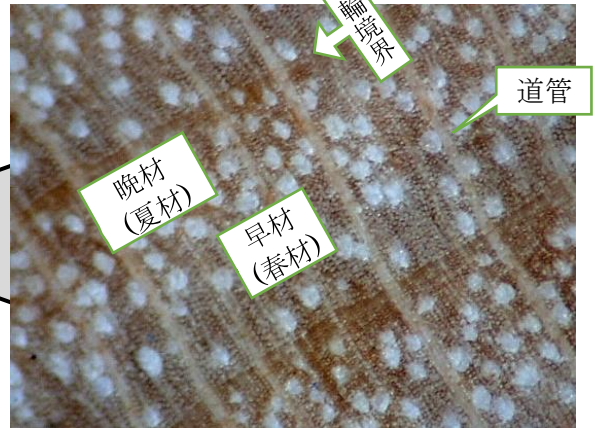
広葉樹の中ではわりあい、はっきりとした年輪が見られる。しかし、細かく肉眼で数えることは難しい。年輪幅は狭い部分で約 0.1mm 以下であるが、広い部分で 3mm 程度になる部分が見られる。今回調べたリョウブではおよそ 0.5~1mm の年輪幅のものがほとんどである。双眼実体顕微鏡で観察すると中心部より伸びる放射状の組織が発達し、その間にたくさんの道管が密集している。道管の密集している部分は環状に並んでいる。

双眼実体顕微鏡による年輪の観察

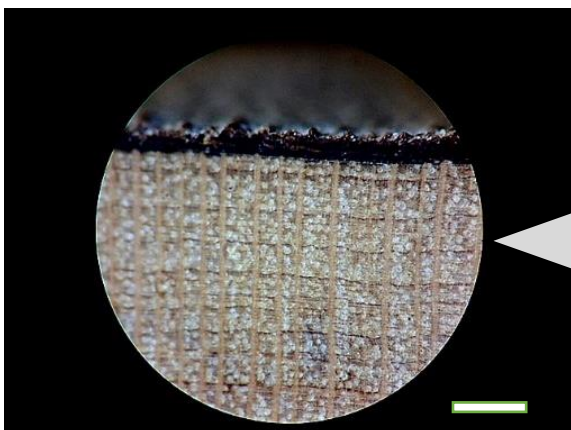
【双眼実体顕微鏡で見た年輪の組織】



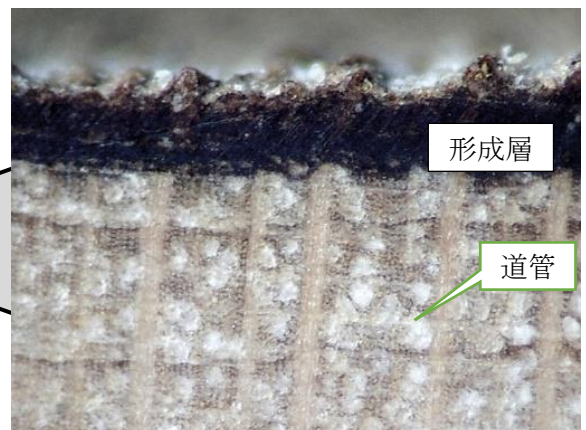
【年輪の部分】 ※スケール 1mm



【拡大撮影したもの】



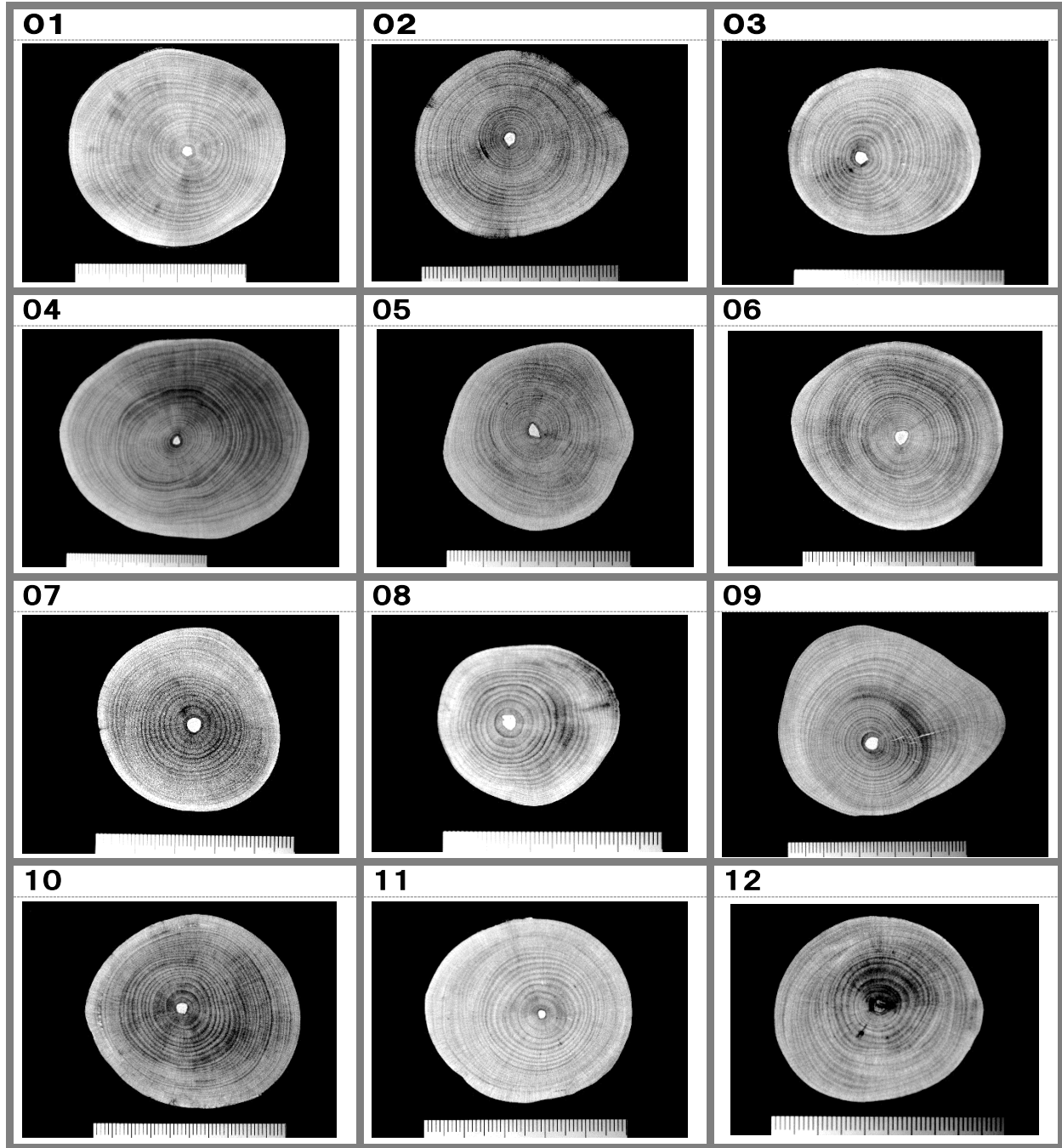
【形成層の部分】



【拡大撮影したもの】

リ ヨ ウ ブ (学名 : *Clethra barbinervis*) ☆ リ ヨ ウ ブ 科 リ ヨ ウ ブ 属

☆調査をおこなったリヨウブの年輪写真 (調査個体数 : 12) ※スケール 5cm



個体番号	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	平均
樹齡(年輪数)	22	35	23	37	32	41	30	20	29	27	31	20	28.9

ネジキ (学名 : *Lyonia ovalifolia* var. *elliptica*)

肉眼による年輪の観察

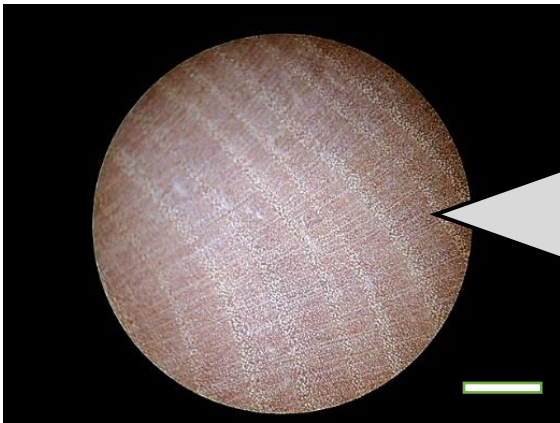


【断面を磨いて出てきた年輪】

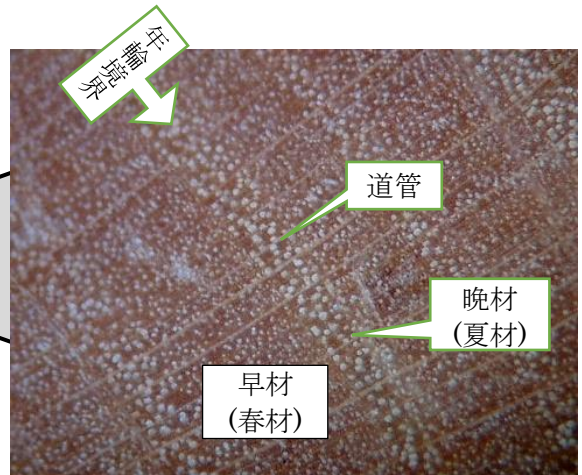
同じ年に形成された年輪であっても、場所によって年輪幅が大きく変わったり、途中でいくつもの年輪が重なり早材と晩材の境界がわからなくなっていたりするために年輪がわかりにくい。途中で消えたり、重なったりしている不連続な年輪があるために、年輪の数を数えたり年輪幅を調べたりすることも難しい。双眼実体顕微鏡で観察すると、たくさんの小さな道管が点在している。少し大きな道管が集まり環状に並んでいる。

双眼実体顕微鏡による年輪の観察

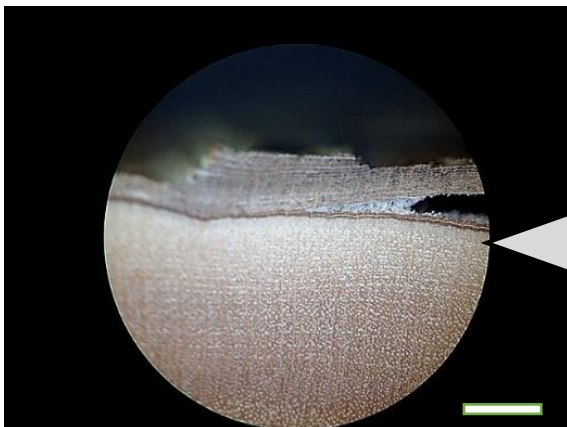
【双眼実体顕微鏡で見た年輪の組織】



【年輪の部分】 ※スケール 1mm



【拡大撮影したもの】



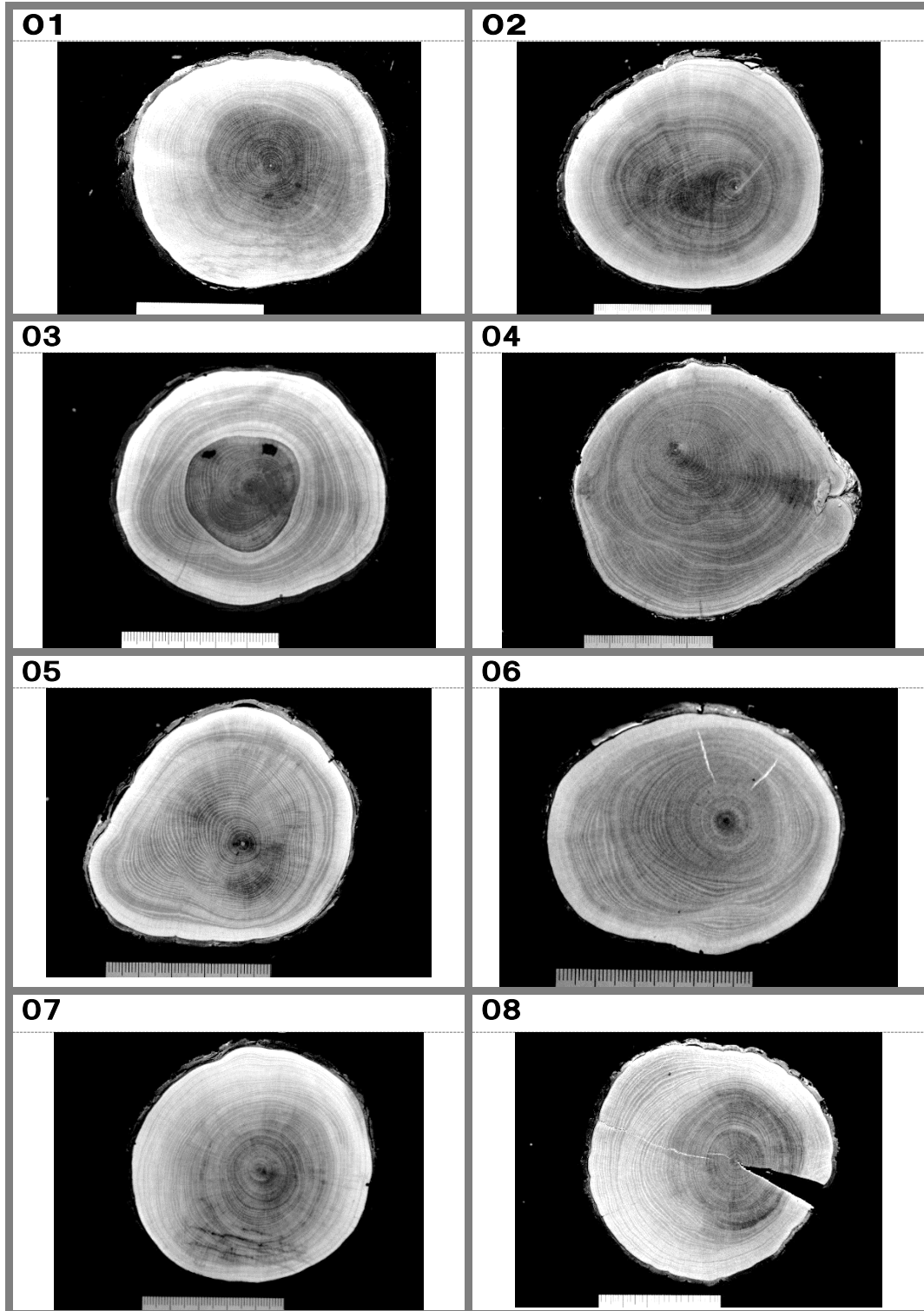
【形成層の部分】



【拡大撮影したもの】

ネジキ (学名 : *Lyonia ovalifolia* var. *elliptica*) ☆ ツツジ科 ネジキ属

☆調査をおこなったネジキの年輪写真 (調査個体数 : 8) ※スケール 5cm



個体番号	01	02	03	04	05	06	07	08	平均
樹齡(年輪数)	76	57	87	63	57	58	69	73	67.5

ヤブツバキ (学名: *Camellia japonica*)

肉眼による年輪の観察

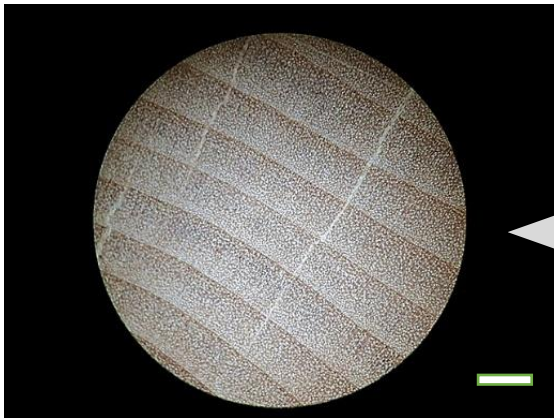


【断面を磨いて出てきた年輪】

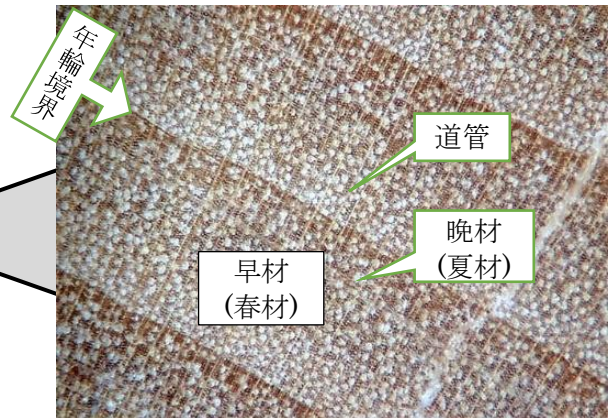
淡い色ではあるが、判読しやすい年輪が1本1本形成されているために年輪幅を調べることができる。中心部分もはっきりとわかり美しい年輪模様が見られる。年輪幅は狭い部分で約1mm以下であるが、広い部分では2mm以上になる部分が見られる。今回調べたヤブツバキではおよそ0.5~1.5mmの年輪幅のものがほとんどである。双眼実体顕微鏡で観察すると、たくさんの小さな道管が点在している。早材の部分では道管が密に集まっているため晩材の部分との境がはっきりしている。

双眼実体顕微鏡による年輪の観察

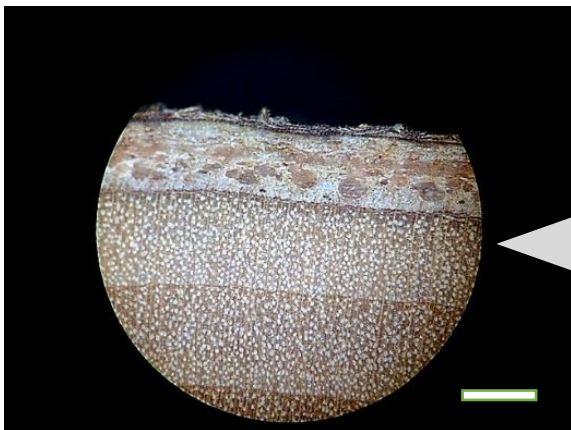
【双眼実体顕微鏡で見た年輪の組織】



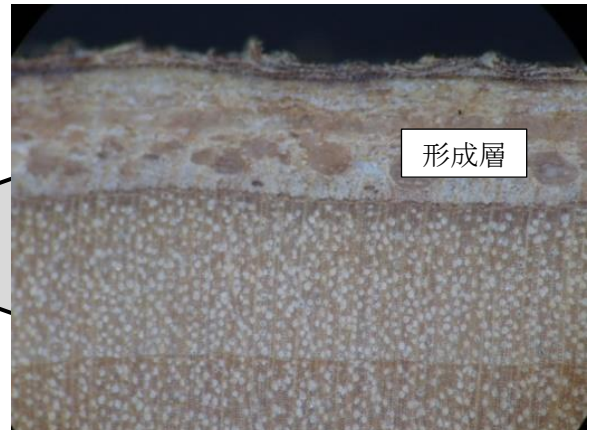
【年輪の部分】 ※スケール 1mm



【拡大撮影したもの】



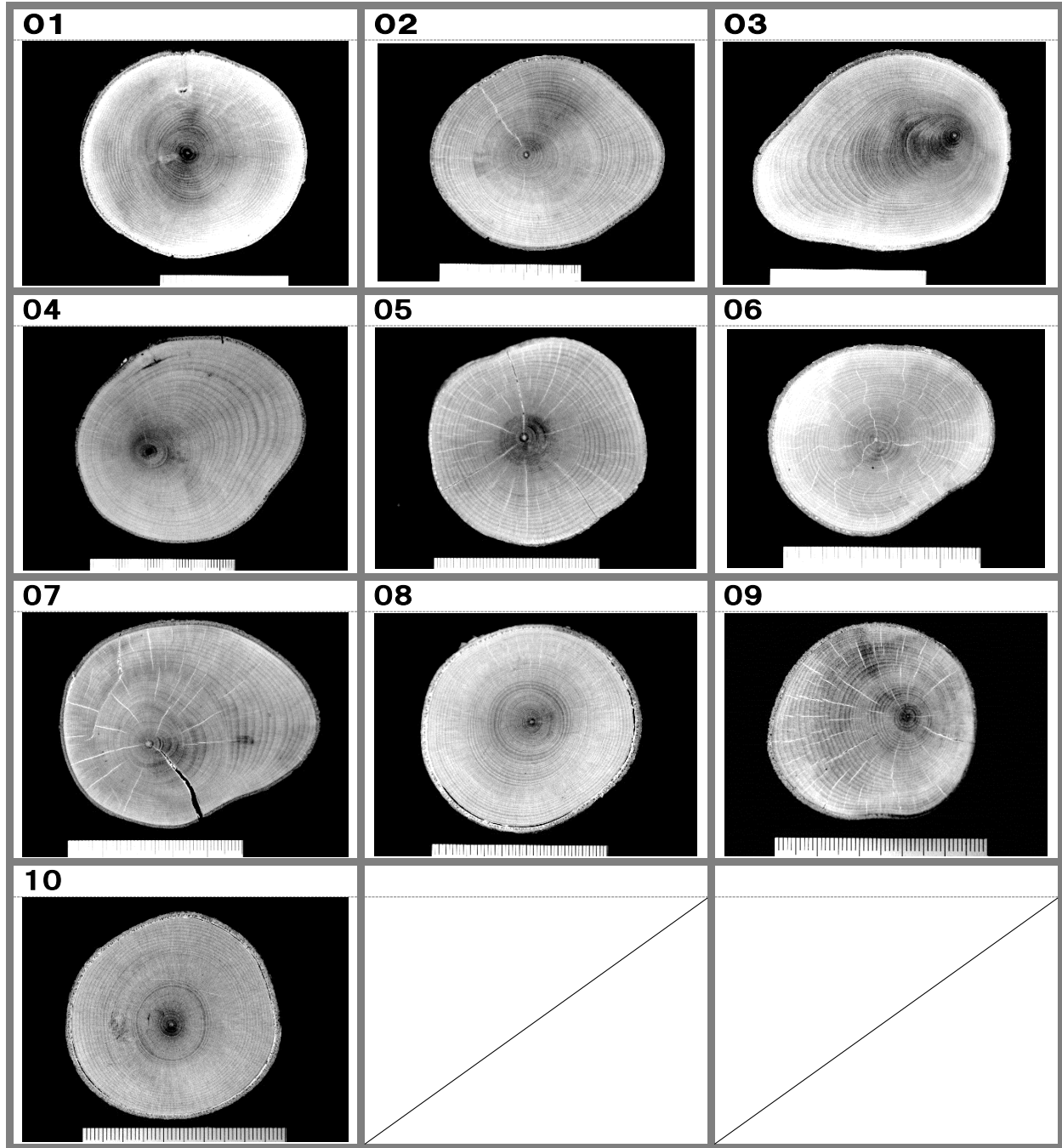
【形成層の部分】



【拡大撮影したもの】

ヤブツバキ (学名 : *Camellia japonica*) ☆ ツバキ科 ツバキ属

☆調査をおこなったヤブツバキの年輪写真 (調査個体数 : 10) ※スケール 5cm



個体番号	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	平均
樹齡(年輪数)	56	55	55	44	46	39	38	54	40	56	48.3

アセビ (学名 : *Pieris japonica*)

肉眼による年輪の観察



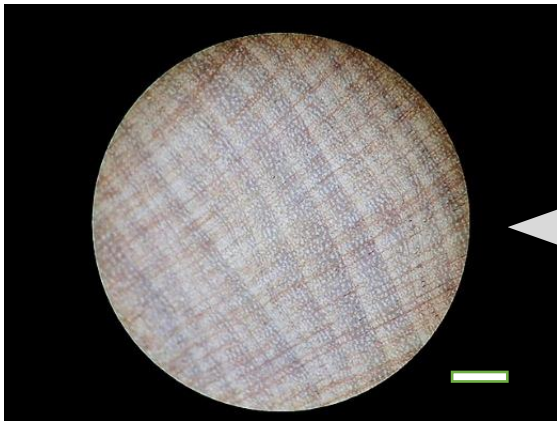
【断面を磨いて出てきた年輪】

年輪のわかりやすい部分とそうでない部分があり、途中で変形したり、途中で消えたり、重なったりしている不連続な年輪があるために、年輪の数を数えたり年輪幅を調べたりすることも難しい。

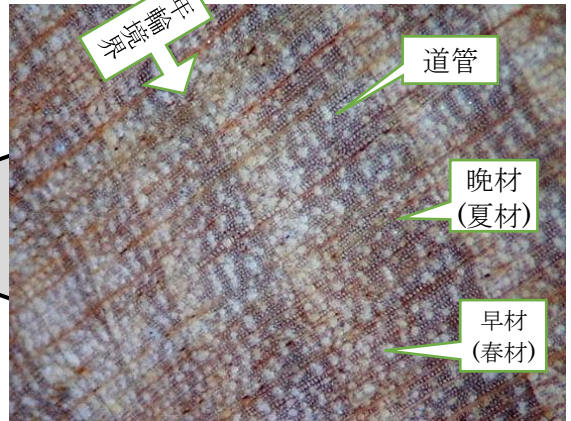
双眼実体顕微鏡で観察すると、たくさんの道管が環状に並んでいる。早材の部分は道管がたくさん集まり、晩材の部分では道管の数が少なくなっている。

双眼実体顕微鏡による年輪の観察

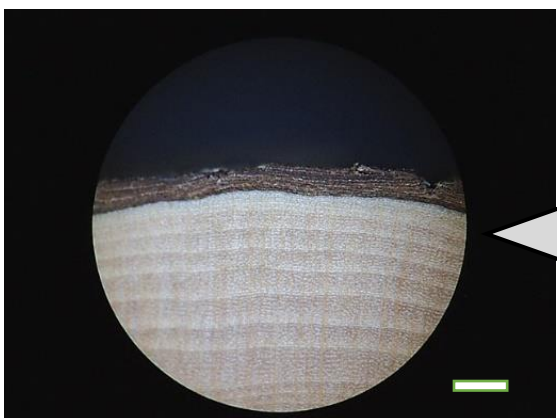
【双眼実体顕微鏡で見た年輪の組織】



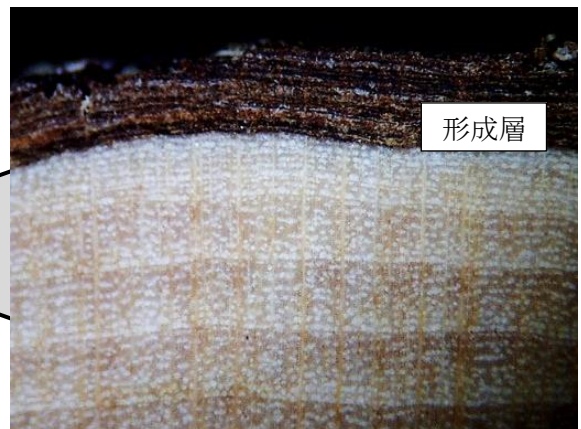
【年輪の部分】 ※スケール 1mm



【拡大撮影したもの】



【形成層の部分】



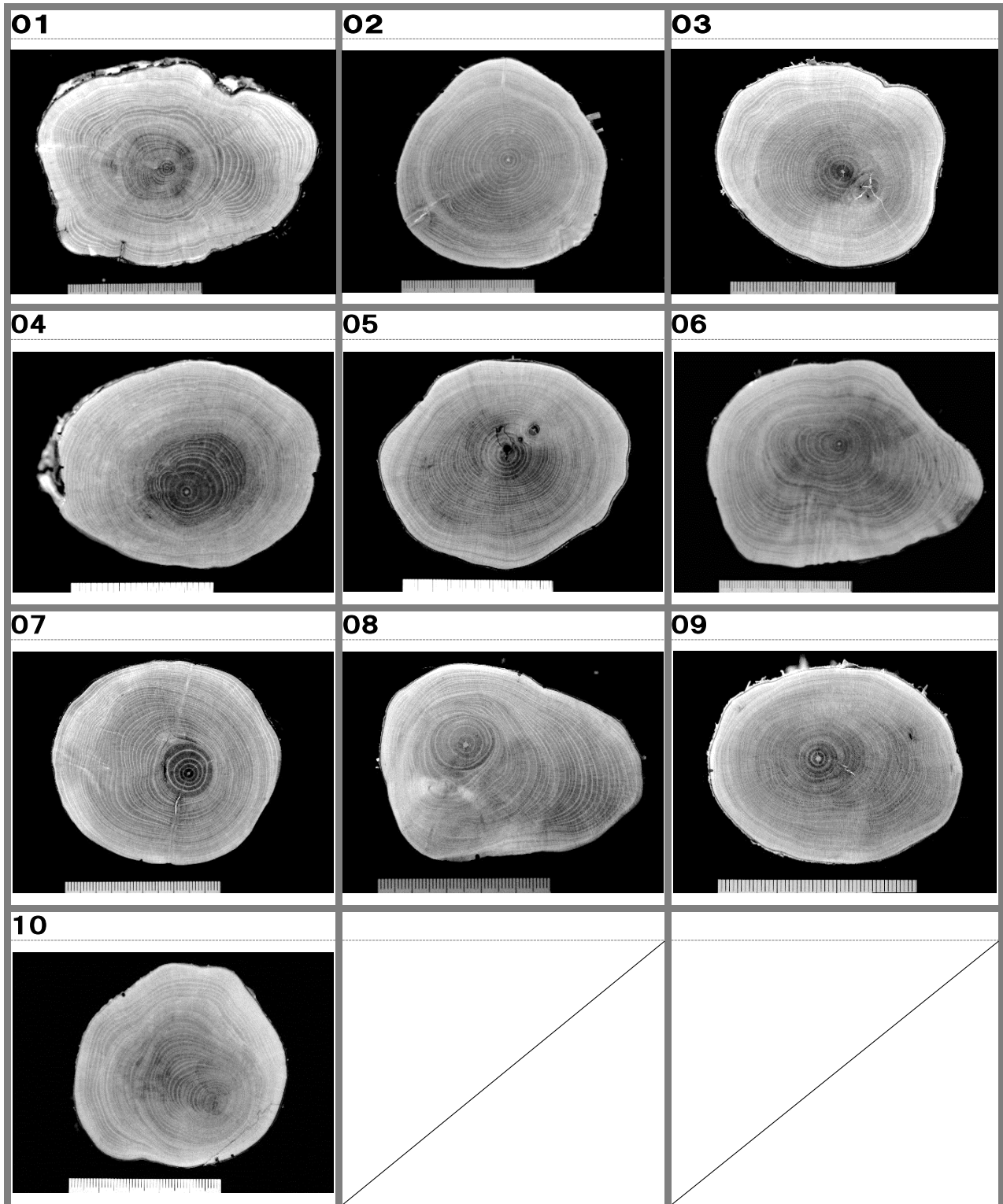
【拡大撮影したもの】

アセビ (学名 : *Pieris japonica*)

☆ ツツジ科

アセビ属

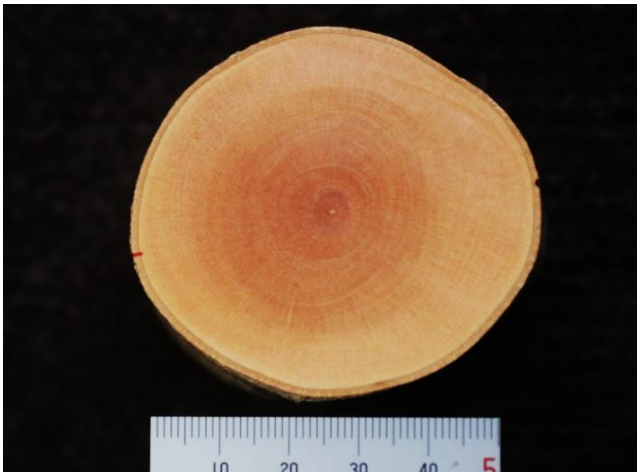
☆調査をおこなったアセビの年輪写真 (調査個体数 : 10) ※スケール 5cm



個体番号	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	平均
樹齡(年輪数)	66	47	59	60	72	46	42	40	43	39	51.4

ヒサカキ (学名: *Eurya japonica*)

肉眼による年輪の観察

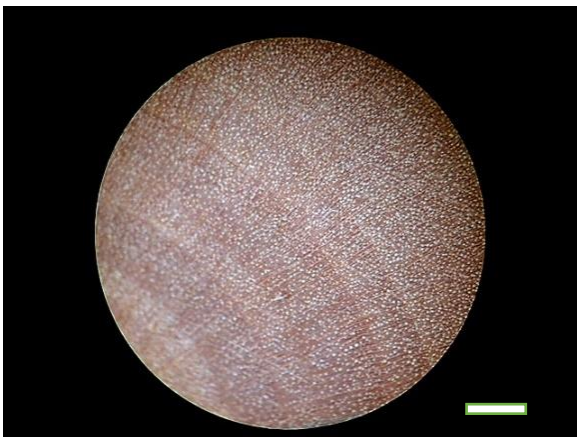


【断面を磨いて出てきた年輪】

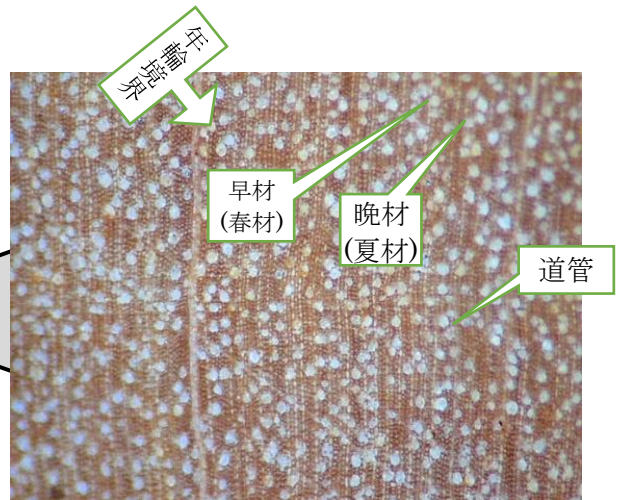
横断面では薄い茶褐色の年輪が見られるが、とても淡く肉眼での判読は難しい。部分的にはっきりしている年輪もあるが、わかりにくい部分が多い。年輪の数を数えたり年輪幅を調べたりすることも難しい。双眼実体顕微鏡で観察すると、たくさんの小さな道管が散在している。早材と晩材における道管の違いがあまり見られないために、道管の早材の部分と晩材の部分との境がはっきりわからない。

双眼実体顕微鏡による年輪の観察

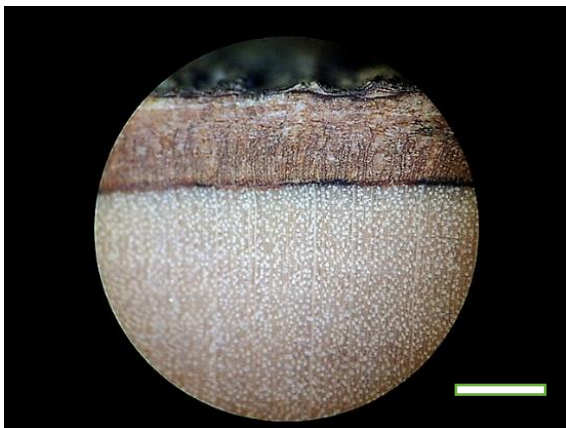
【双眼実体顕微鏡で見た年輪の組織】



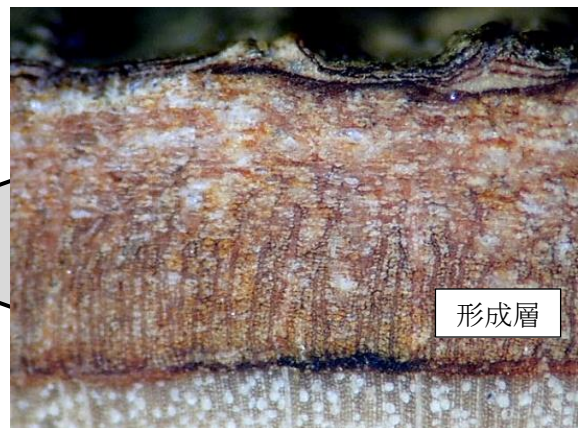
【年輪の部分】 ※スケール 1mm



【拡大撮影したもの】



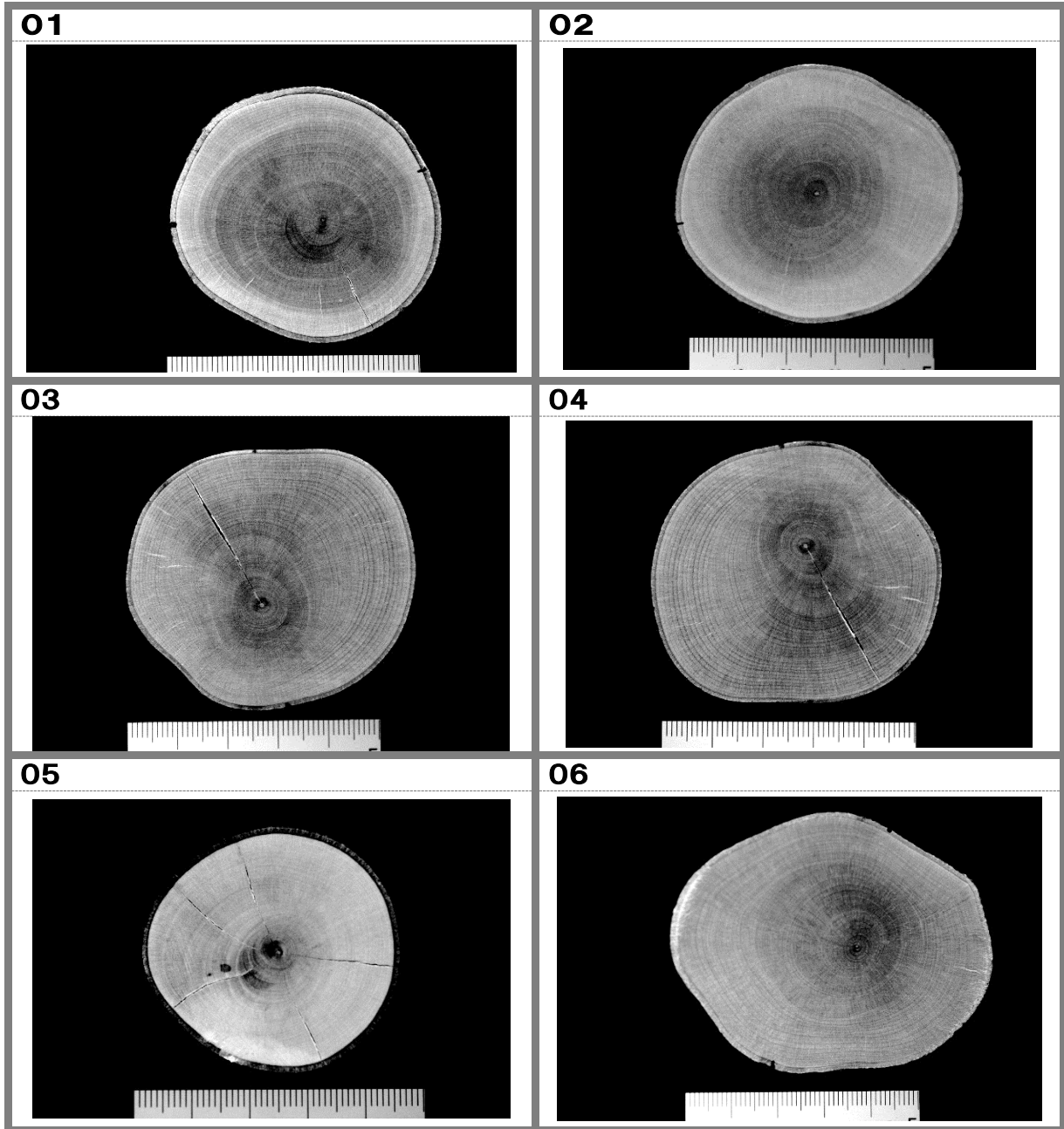
【形成層の部分】



【拡大撮影したもの】

ヒサカキ (学名: *Eurya japonica*) ☆ ツバキ科 ヒサカキ属

☆調査をおこなったヒサカキの年輪写真 (調査個体数: 6) ※スケール 5cm



個体番号	01	02	03	04	05	06	平均
樹齡(年輪数)	53	49	42	61	38	56	49.8

モチノキ (学名: *Ilex integra*)

【断面を磨いて出てきた年輪】



【断面を磨いて出てきた年輪】

断面は、白に近い明るい色で年輪の中心部はわかりやすいが、個々の年輪については分かりにくい。肉眼で年輪を判読するのは大変難しい樹木である。年輪幅は狭い部分で約0.5mm以下であるが、広い部分では3mm以上になる部分が見られる。今回調べたアカマツではおよそ1~2mmの年輪幅のものが多い。

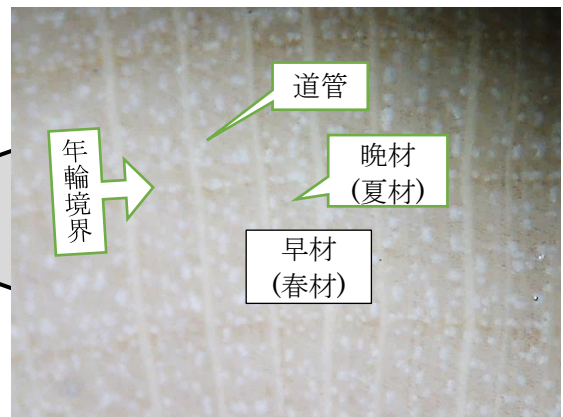
双眼実体顕微鏡で観察すると中心部より伸びる放射状の組織が発達し、その間に小さな道管がたくさん散らばっている。

双眼実体顕微鏡による年輪の観察

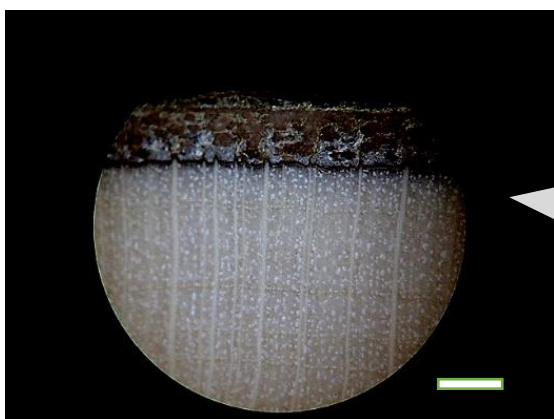
【双眼実体顕微鏡で見た年輪の組織】



【年輪の部分】 ※スケール 1mm



【拡大撮影したもの】



【形成層の部分】

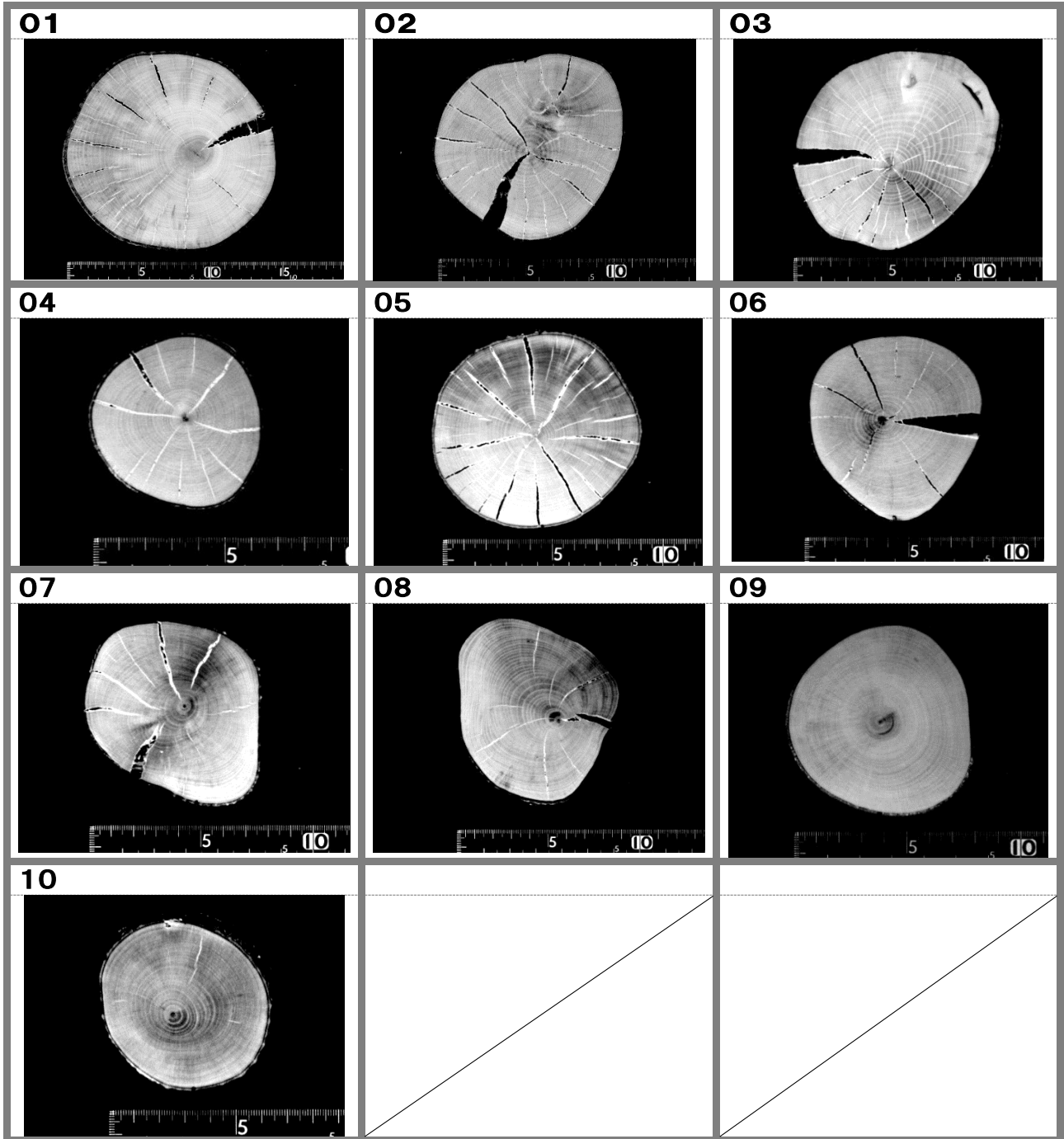


【拡大撮影したもの】

モチノキ (学名 : *Ilex integra*)

☆ モチノキ科 モチノキ属

☆調査をおこなったモチノキの年輪写真 (調査個体数 : 10)



個体番号	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	平均
樹齡(年輪数)	51	37	36	35	40	34	37	35	37	28	37

【H28 理科研究「年輪の不思議」で調べたスギについてのデータ】

スギ (学名 : *Cryptomeria japonica*)

肉眼による年輪の観察

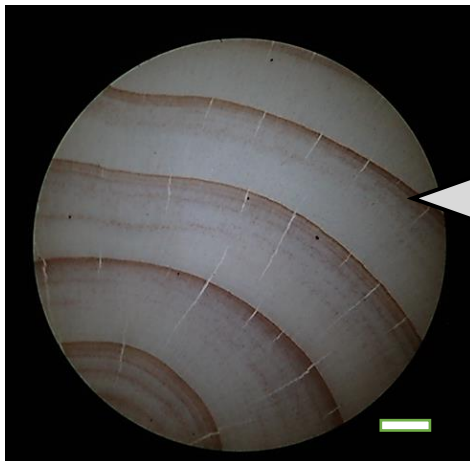


※H28 理科研究で調べたスギの試料

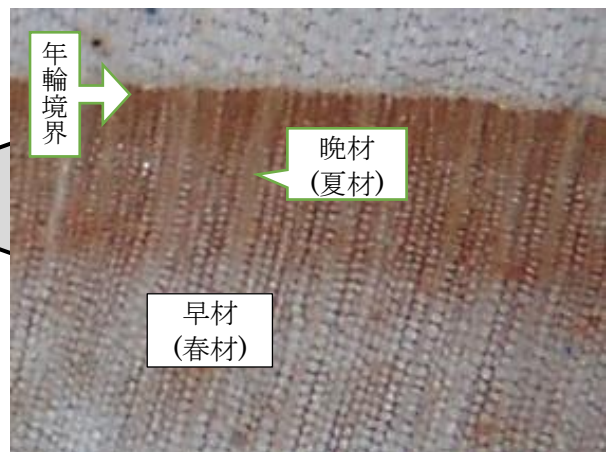
早材の白と晩材の赤茶色の部分が美しい縞模様となり、肉眼でも年輪がはっきりと分かる。年輪幅は狭い部分で約 1 mm 広い部分では 8mm を超える部分もみられる。H28 年度に調べたスギの年輪ではおよそ 3 ~ 5mm の間のものが多い。ヒノキに比べて年輪幅が広い。双眼実体顕微鏡では、仮道管の組織が幹の中心部から外皮方向に放射状に並んでいるのが観察できる。道管は観察できない。

双眼実体顕微鏡による年輪の観察

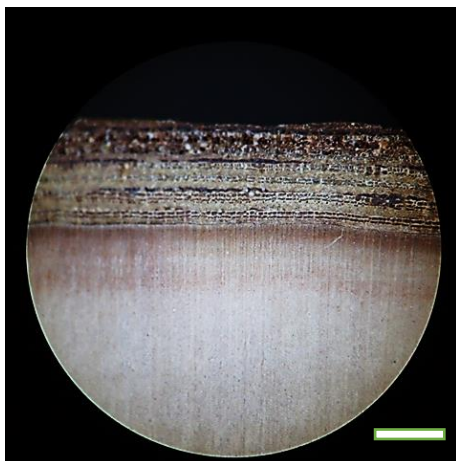
【双眼実体顕微鏡で見た年輪の組織】



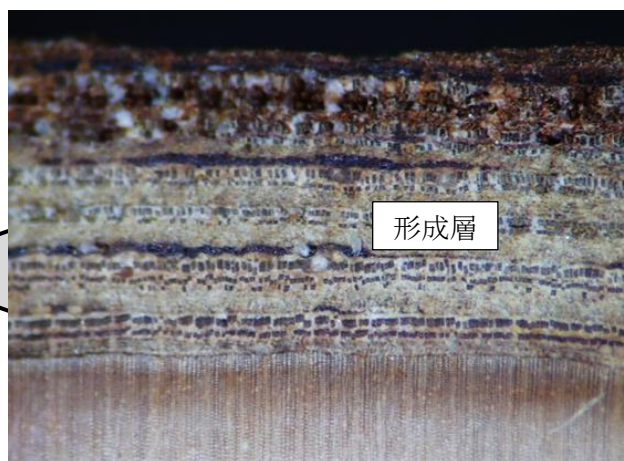
【年輪の部分】 ※スケール 1mm



【拡大撮影したもの】



【形成層の部分】



【拡大撮影したもの】

☆ 樹木の種類による年輪の組織構造のちがい

《 肉眼観察と双眼実体顕微鏡で調べてわかったこと 》

① 針葉樹の年輪は、広葉樹の年輪に比べて判別しやすい。

⇒針葉樹（ヒノキ、アカマツ、スギ）の年輪は、広葉樹（コナラ、イヌシデ、リョウブ、ネジキ、ヤブツバキ、アセビ、ヒサカキ、モチノキ）の年輪に比べると肉眼ではっきりと判別できる。



【ヒノキ】針葉樹



【アカマツ】針葉樹



【スギ】針葉樹



【ヒサカキ】広葉樹



【ネジキ】広葉樹

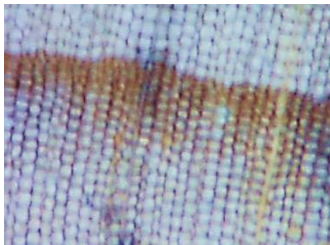


【イヌシデ】広葉樹

⇒針葉樹の年輪が、広葉樹の年輪に比べて判別しやすいのは、双眼実体顕微鏡での観察により、次の要因が考えられる。

① 早材と晩材の色の違い

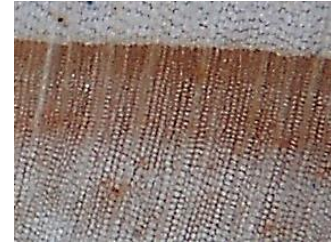
針葉樹は、広葉樹に比べると年輪を形成している早材（春材）と晩材（秋材）の色の違いがはっきりしている。広葉樹は、リョウブ、ヤブツバキのように早材と晩材の境目の色がはっきりしているために年輪がわかりやすいものもあるが、ヒサカキ、モチノキ、イヌシデのように早材と晩材の色の違いがあまりないために年輪がわかりにくい。



【ヒノキ】針葉樹



【アカマツ】針葉樹



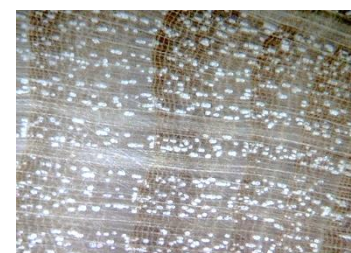
【スギ】針葉樹



【ヒサカキ】広葉樹



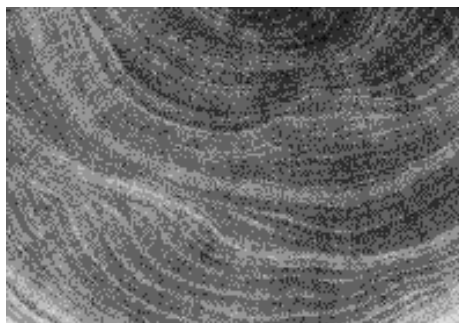
【モチノキ】広葉樹



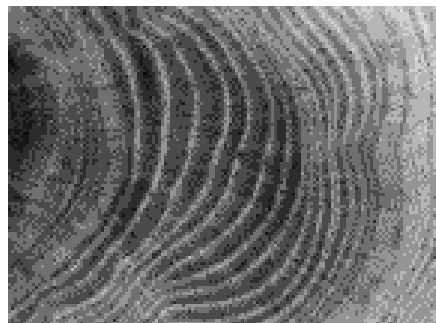
【イヌシデ】広葉樹

② 年輪の形状の違い

針葉樹それぞれの年輪は、同じ年に形成されたものであれば、個体によって多少偏りがみられるものの、年輪の幅はあまり変わらず、形成された年ごとに同心円状に成長しているものがほとんどである。一方、広葉樹のネジキやアセビでは、同じ年に形成された年輪であっても、場所によって年輪幅が大きく変わったり、途中でいくつもの年輪が重なり早材と晩材の境界がわからなくなったりするために年輪がわかりにくい。途中で消えたり、重なったりしている不連続な年輪があるために、年輪の数を数えたり年輪幅を調べたりすることも難しい。



【ネジキの年輪の一部】



【アセビの年輪の一部】

③ 年輪を形成する組織の違い

ヒノキやマツなど針葉樹の年輪を形成する組織は、ほぼ同じ細胞（仮道管）が中心部から外皮に向かって並んでいる。広葉樹にみられる細胞は樹木の種類によって違いが見られる。双眼実体顕微鏡で観察すると、広葉樹には、針葉樹には見られない道管があり、その道管の並び方や散らばり方、大きさが樹木のそれぞれの種類によって異なり、この道管の並びや散らばり方で年輪の見え方に関係していることがわかった。そのために、ヒサカキやモチノキのように道管の並びがはっきりしていない広葉樹では年輪がわかりにくい。



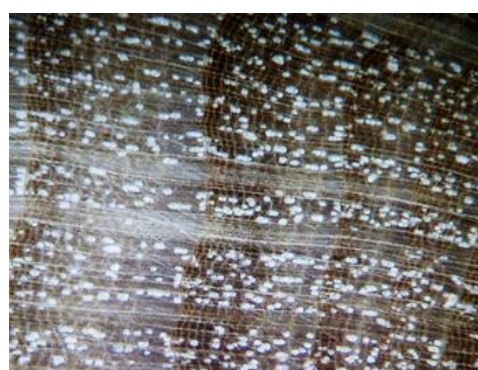
【ヒノキの細胞】 針葉樹



【アカマツの細胞】 針葉樹



【リョウブの細胞】 広葉樹



【イヌシデの細胞】 広葉樹

V. 研究の内容 ②

☆年輪の偏りの方角と斜面の傾きの方角との関連性を調べる

年輪には偏りの見られるものがある。スギの年輪の偏りは北-南の方角との関係性は弱く、斜面の傾きの方角との関連性が強いということが平成28年度に行った理科学研究で明らかとなった。スギ以外の樹木の年輪の偏りと斜面の傾斜する方角の関係について今年度の研究で調べてみることにした。

【樹木の選定】

前回調査したのは、針葉樹のスギである。同じ針葉樹であるヒノキと広葉樹であるイヌシデについて調べることにした。ヒノキやイヌシデには年輪の偏りが見られる個体が多く、ある程度、幹の太さもあるのでこの2種類の樹木を選んだ。

【調査方法】

- ① 伐採されたヒノキ・イヌシデの樹木の切り株に、コンパスをあて北-南の印をつけておく。
- ② 樹木の生えている場所の傾斜をクリノメーターで測り、方位と傾斜角を記録しておく。
- ③ 調べる樹木の年輪を薄く切断し持ち帰り、写真を撮影してデータ化する。
- ④ 写真データをもとに、年輪の外側がちょうど入る円を当てはめて、年輪の外円の中心を求める。
- ⑤ 写真データを印刷して、年輪の入る外円の中心から、年輪の中心である髓の部分に、北の方角からどれだけずれているかを測る。
- ⑥ 野外調査で調べた樹木が生えていた斜面の傾斜の方角のデータと年輪のずれている方角を比較して関連性について調べる。



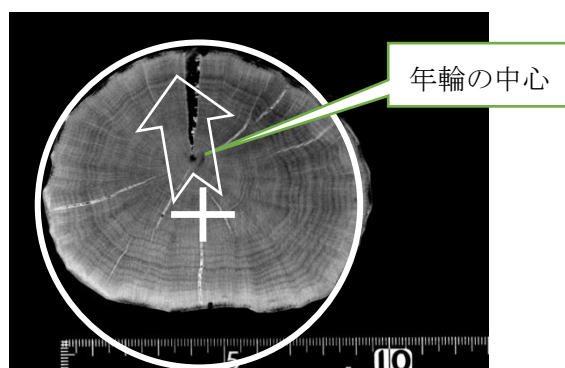
【イヌシデの切り株】



【ヒノキの切り株】



【調査した樹木に N-S の方角を記録】



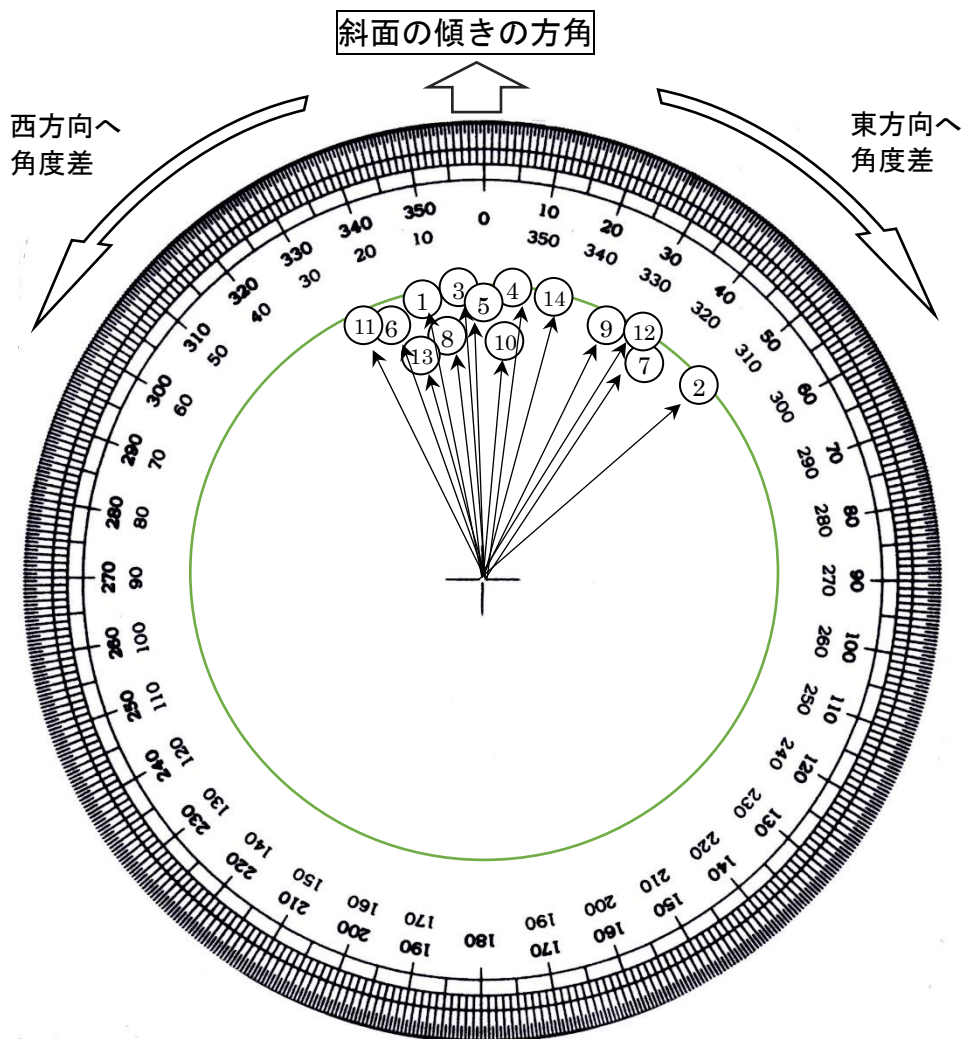
【写真データより年輪の外円の中心を求める】

イヌシデ

年輪の偏りの方角と斜面の傾きの方角との角度差

個体番号	01	02	03	04	05	06	07	08
年輪の偏りの方角	N25° W	N40° E	N20° W	N9° W	N10° W	N13° W	N20° E	N19° W
斜面の傾きの方角	N12° W	N10° W	N18° W	N16° W	N10° W	N5° E	N17° W	N12° W
角度差	13°	50°	2°	7°	±0°	18°	37°	7°
個体番号	09	10	11	12	13	14		
年輪の偏りの方角	N12° E	N10° W	N38° W	N15° E	N	N40° W		
斜面の傾きの方角	N12° W	N12° W	N12° W	N17° W	N14° W	N26° W		
角度差	24°	2°	26°	32°	14°	14°		

イヌシデの年輪の偏りの方角と斜面の傾きの方角との角度差



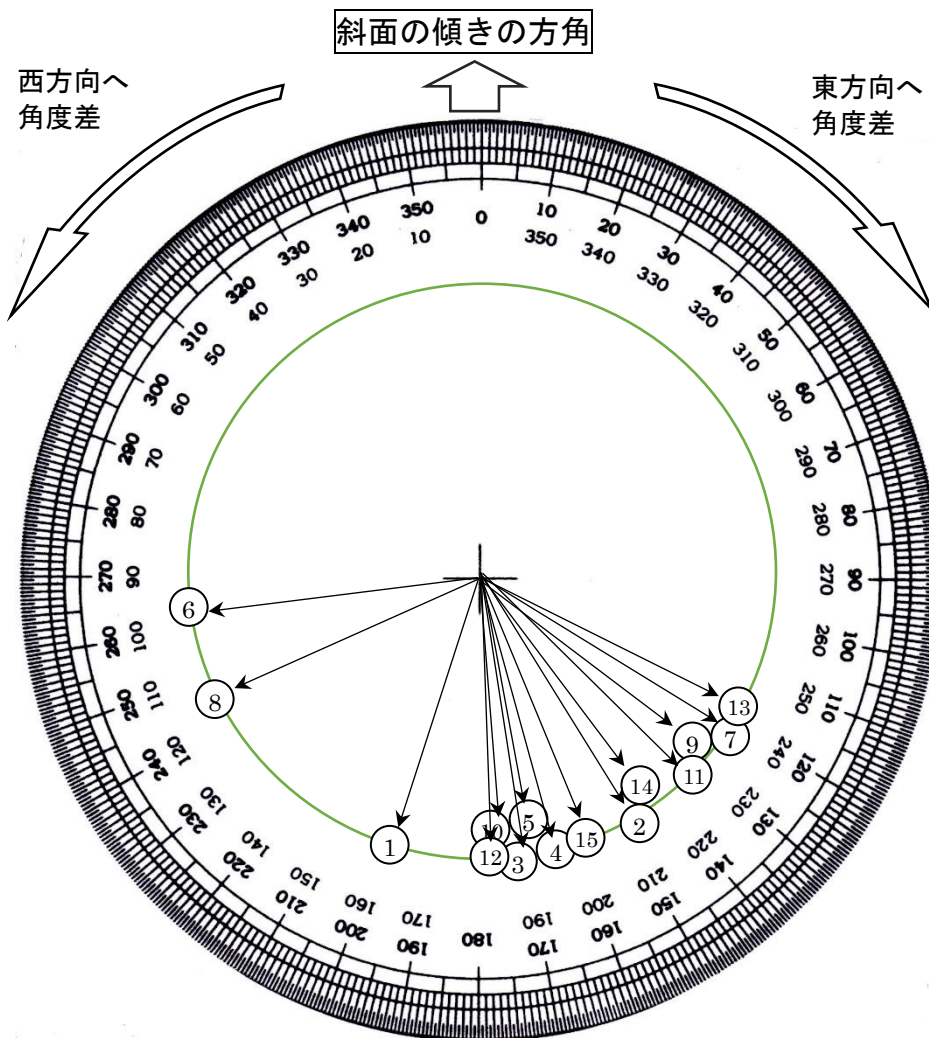
【結果からわかったこと】

調査をおこなったイヌシデの14個体の年輪の偏りの方角と樹木の生えていた斜面の傾きの方角とは角度差が50°以内になっており、関連性が深いということがわかった。つまり、イヌシデの年輪は斜面の傾きと同じ方角に偏っているものが多いということが分かった。

ヒノキ

ヒノキの年輪の偏りの方角と斜面の傾きの方角との角度差

個体番号	01	02	03	04	05	06	07	08
年輪の偏りの方角	S	N87° E	E	N122° E	N113° E	S	N168° E	N172° W
斜面の傾きの方角	N18° W	N62° W	N80° W	N84° W	N84° W	N84° W	N70° W	N60° W
角度差	162°	149°	170°	154°	163°	96°	122°	112°
個体番号	09	10	11	12	13	14	15	
年輪の偏りの方角	N155° E	N110° E	N132° E	E	N35° E	N53° E	N117° E	
斜面の傾きの方角	N82° W	N62° W	W	N86° W	N82° W	W	N86° W	
角度差	123°	172°	132°	176°	117°	143°	157°	



【結果からわかったこと】

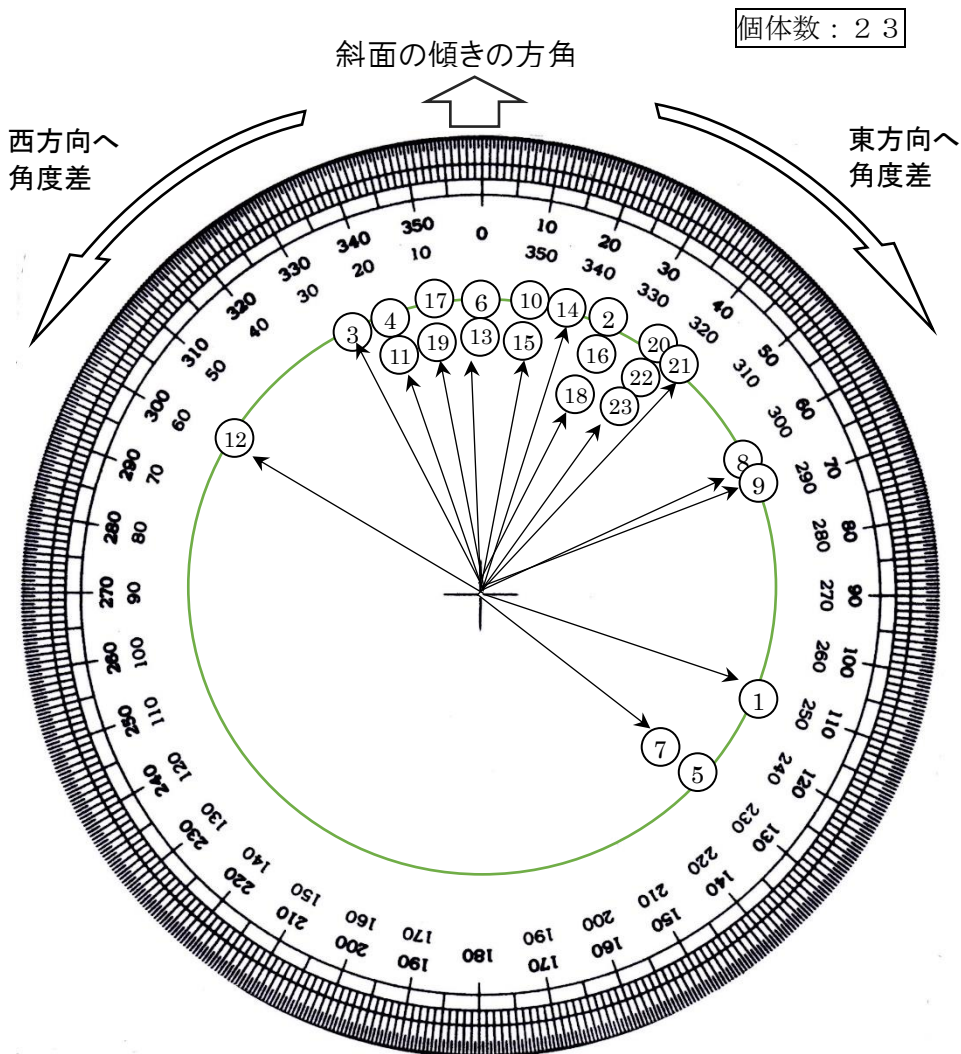
調査をおこなった15個体のヒノキの年輪の偏りの方角と樹木の生えていた場所の地面の傾きの方角とは、ほぼ反対方向（やや20°～30° 東側にずれている）になっていることが分かった。

【H28 理科研究「年輪の不思議」で調べたスギについてのデータ】

スギの年輪の偏りの方角と斜面の傾きの方角との角度差

調査地点	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
年輪の偏りの方角	S	N85° E	N35° E	E	N30° E	N70° E	N50° E	N15° E	N50° W	N120° W	N80° W	N30° W
斜面の傾きの方角	N70° E	N60° E	N60° E	N70° E	N100° W	N70° E	N80° W	N50° W	N80° W	N110° W	N100° W	N30° E
角度差	110°	25°	25°	20°	130°	±0	130°	65°	70°	10°	20°	60°
調査地点	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
年輪の偏りの方角	N60° E	W75° E	N60° E	N35° W	N140° W	N45° W	N50° E	N55° W	N10° W	N120° W	N55° W	
斜面の傾きの方角	N60° E	N60° E	N50° E	N10° W	N130° W	N70° W	N60° E	W	N50° W	N85° W	W	
角度差	±0	15°	10°	25°	10°	25°	10°	35°	40°	35°	35°	

スギの年輪の偏りの方角と斜面の傾きの方角との角度差



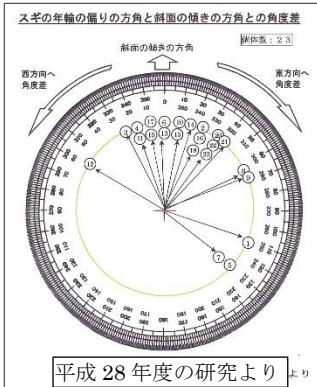
【結果からわかったこと】

調査をおこなった23個体のスギの年輪の偏りの方角と樹木の生えていた場所の地面の傾きの方角とは、ほぼ同じ方角になっている個体が多いことが分かった。

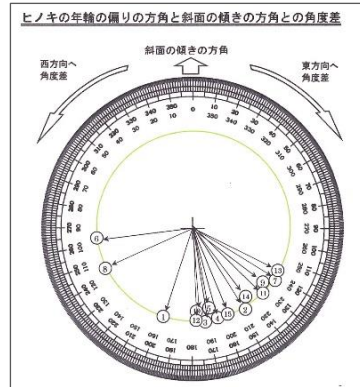
☆年輪の偏りの方角と斜面の傾きとの関連性について

平成28年度の理科研究「年輪の不思議」ではスギの年輪について調べた。結果、スギの年輪はスギの生えていた斜面傾きとほぼ同じ方角に偏っているものが多いということが分かった。今年度は、スギ以外の樹木の年輪について年輪の偏りの方角と斜面の傾きとの関連性について調査を行った。3種類樹木の年輪の偏りの方角と斜面傾斜の傾きの方角の角度差を比べてみると驚きの結果になった。

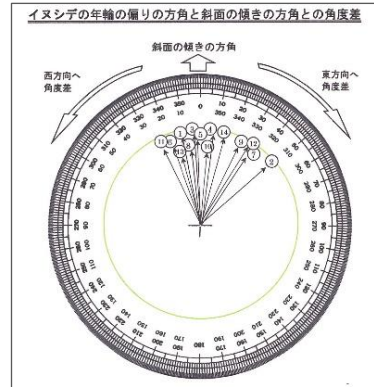
<スギ>針葉樹



<ヒノキ>針葉樹



<イヌシデ>広葉樹



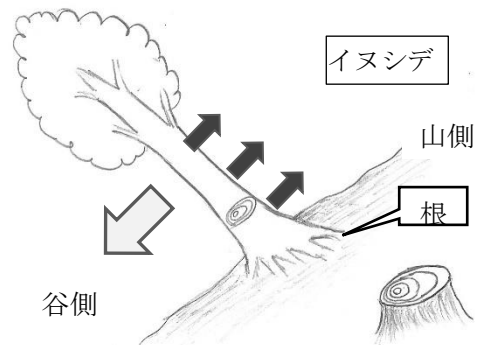
スギとヒノキは外観も組織構造もよく似た針葉樹であるが、ヒノキはスギとは正反対方向に年輪が偏る傾向があるという結果になった。イヌシデは、スギと見かけや構造も違う広葉樹であるのに年輪の偏りの方向がスギと同様であった。

- スギの年輪は、山側に広がり、斜面の傾きの方角とほぼ同じ方角（谷側）に偏る
- ヒノキの年輪は、斜面の傾きと同じ方角に広がり、反対の方角（山側）に偏る
- イヌシデの年輪は、山側に広がり、斜面の傾きの方角とほぼ同じ方角（谷側）に偏る

【考察】

【イヌシデ】

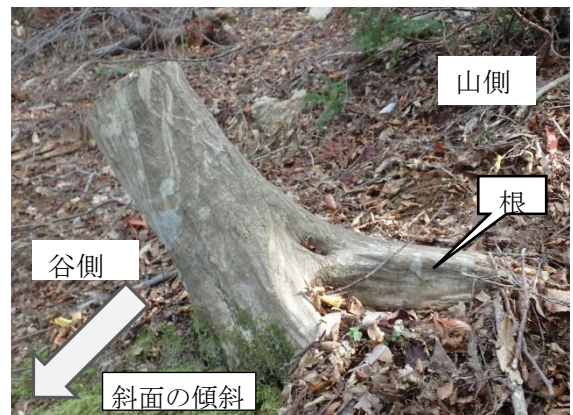
イヌシデは、斜面において垂直方向に対して傾いた状態で生えている。そのために斜面の山側に根をのぼして、倒れないように山側方向に年輪を成長させて幹を支えるようなしくみになっていると考えられる。イヌシデは、年輪幅が広い部分の方が狭い部分より硬く耐久性に優れているために、より力のかかる山側の部分の年輪幅が広くなり、年輪は谷側に偏ると考えられる。



【野外観察で見られたイヌシデの根の伸び方の様子】



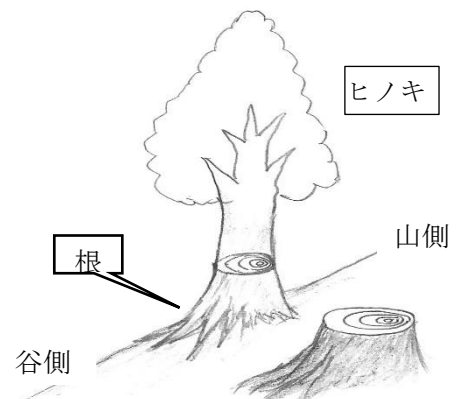
【イヌシデの切り株】



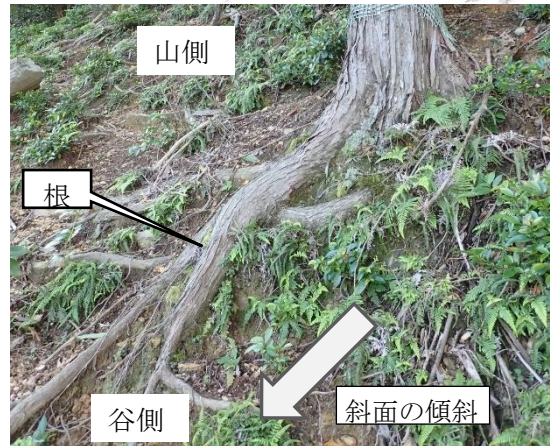
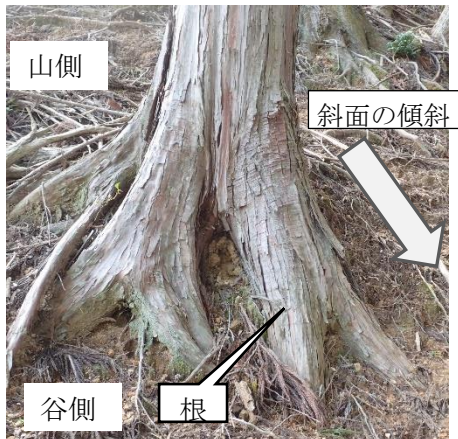
【イヌシデの切り株】

[ヒノキ]

ヒノキは、イヌシデと違い斜面であっても鉛直方向に真っすぐ上に成長する性質がある。そのために斜面の谷側に根をのばして、倒れないように谷側方向に年輪を成長させて幹を支えるようにしていると考えられる。野外観察で、谷側に伸びる太い根を確認できた。

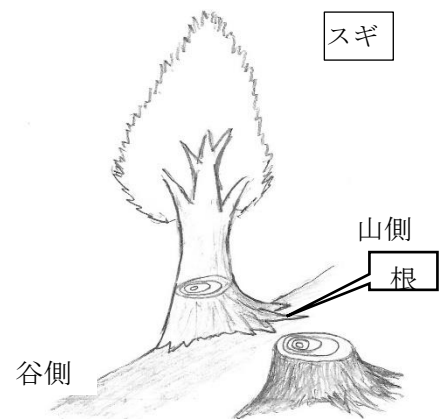


【野外観察でみられたヒノキの根の伸び方の様子】

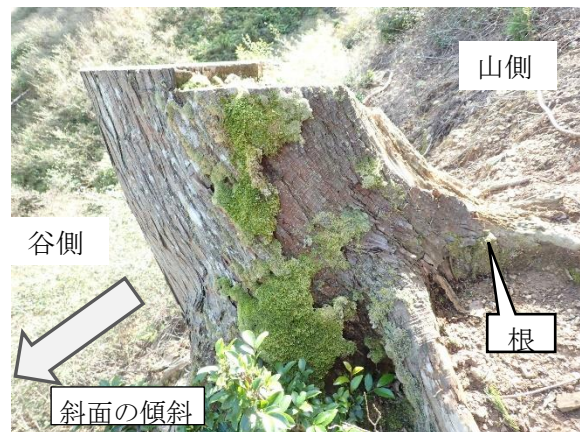


[スギ]

スギも、ヒノキと同じように斜面であっても鉛直方向に真っすぐ上に成長する性質がある。同じ針葉樹であり、樹形も樹木を形成する細胞もよく似ているのに年輪の偏りが反対であるその大きな要因は根の張り方の違いによると考えられる。スギは、ヒノキと違い、谷側よりも山側に根を伸ばす。斜面の山側に根をのばして、山側方向に年輪を成長させて幹を支えるようにしていると考えられる。調査地域における野外観察では、谷側に伸びる太い根はほとんど観察できず、偏りのある年輪では山側に発達する年輪が確認できた。



【野外観察でみられたスギの根の伸び方の様子】



【スギの根(谷側から撮影)】

【スギの根(斜面横から撮影)】

野外観察で明らかになったこと

- 樹木の年輪の偏りは、斜面の傾きに対する根のはり方との関係性が深い

V. 研究の内容 ③

☆樹木の種類による年輪幅の変化と気象条件との関連について調べる。

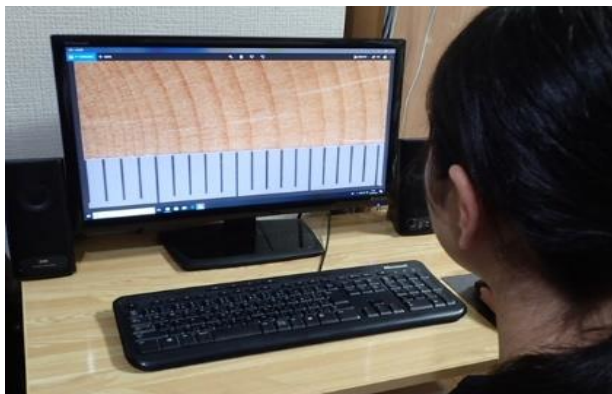
平成28年度の理科研究「年輪の不思議」でスギ（個体数23）の年輪について調べたところスギの年輪幅の変化は、12月～2月の気温の変化と関係性が深いということが分かった。同じ針葉樹のヒノキやアカマツ、広葉樹のコナラ・リョウブ・ヤブツバキでも気温などの気象条件と関係性があるのかを明らかにしたいと思い調査を行った。

—過去30年間の1年ごとの年輪幅の変化を調べ比較する—

（※調査を行った樹木の樹齢が40未満の個体が多いので過去30年まで調べることにした）

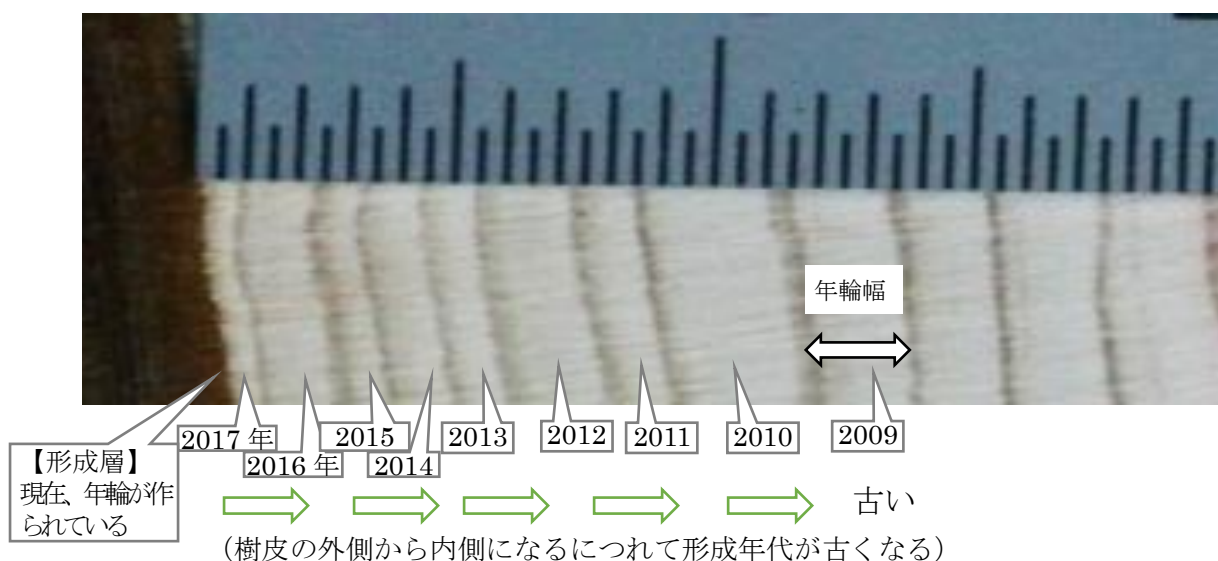
【年輪幅の調べ方】

- (1) デジタルカメラで撮影した年輪の画像をパソコンで拡大し、1本1本の年輪幅を0.1mm単位で読み取り、記録していく。
- (2) 年輪幅のデータをパソコンでエクセル（表計算ソフト）を使って入力し、年輪幅の変化をグラフ化し、年輪幅と気象条件などとの関連性について分析する。



【年輪が形成された年代の求め方】

今回樹木の年輪を調べた山道脇の樹木が切り倒されたのは今年の初春3月頃である。そのことから、幹の一番外側の年輪は昨年、2017年(平成29年)に形成されたものであると考えられる。つまり、年輪の外側から2017年→2016年→2015年→・・・と1年ずつ古くなる計算である。この方法で年輪が形成された年を求めることができる。



【年輪幅を調べた樹木について】

年輪の表面を研磨して観察を行った結果、年輪が途中で消えたり、いっしょになったりしている年輪幅を求めることが難しい樹木については調べることができなかった。

今回、調査を行ったのは年輪がはっきりと判別することのできるヒノキ・コナラ・アカマツ・リョウブ・ヤブツバキの5種類の樹木である。

◎ 調査を行った樹木の年ごとの年輪幅【伐採年 2018 年から過去 30 年間：2017～1988 年】

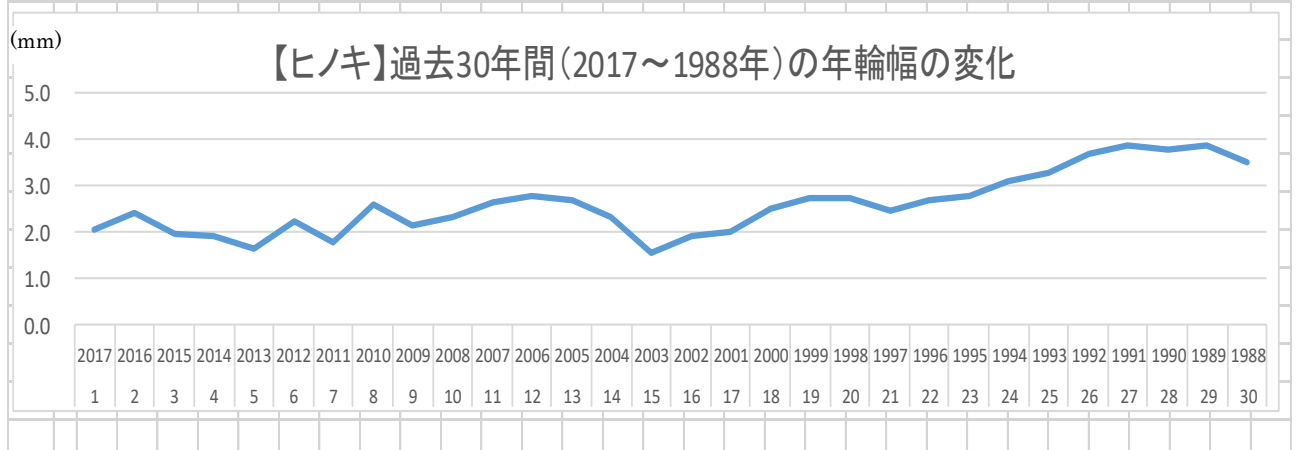
【ヒノキ】 過去30年間(2017～1988年)の年輪幅 (調査個体数: 15)

西暦	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
01	2.6	3.4	2.7	3.9	3.0	4.2	3.8	2.0	1.6	2.1	3.6	2.8	2.9	2.7	1.4	1.8	1.8	1.6	2.7	1.9	2.5	2.0	2.5	2.8	1.6	2.1	4.6	3.4	3.3	2.8	
02	1.5	2.2	1.3	1.1	1.4	1.2	1.5	2.3	2.0	2.5	2.5	2.1	1.9	2.3	0.9	1.8	1.5	2.0	2.0	2.6	1.9	2.4	3.5	3.1	2.5	6.4	4.2	5.9	4.7	3.9	
03	1.4	1.6	1.2	1.3	1.3	1.2	0.4	2.6	3.5	4.0	3.8	4.2	4.9	4.3	2.9	3.4	3.5	3.5	3.5	2.5	2.5	4.0	4.5	4.0	4.5	1.7	5.3	6.2	3.5	3.2	
04	1.5	0.9	1.6	1.6	1.8	2.9	1.5	2.2	2.0	2.1	2.6	3.3	2.6	2.9	2.1	2.2	1.7	3.0	4.0	4.6	2.7	3.6	3.4	3.7	4.0	4.5	4.0	4.6	6.3	4.1	
05	2.1	2.5	1.5	2.5	2.9	2.0	1.9	3.3	3.0	3.7	3.2	2.5	2.9	2.8	1.8	3.1	1.9	2.4	2.4	2.0	1.7	2.6	2.6	1.9	3.0	4.1	4.4	3.8	3.1	2.8	
06	1.2	1.5	1.2	1.3	1.7	1.1	1.0	1.3	1.3	1.4	1.9	3.6	1.8	1.2	0.7	1.9	1.9	2.6	1.7	1.0	1.0	2.3	2.0	2.0	3.2	4.6	2.5	2.7	4.6	2.3	
07	1.4	1.5	1.1	1.3	1.3	1.9	2.3	2.9	1.8	2.0	2.2	2.4	1.7	1.8	1.1	1.9	1.8	2.0	2.6	2.2	1.7	2.1	2.0	2.9	3.9	2.1	3.3	5.1	4.5	4.0	
08	4.1	5.5	2.4	0.9	0.7	5.0	2.2	2.2	2.3	3.8	2.7	1.1	1.5	1.2	1.7	1.2	1.5	1.2	1.5	2.4	1.7	1.2	2.3	4.4	2.2	3.7	5.4	3.2	3.8	3.0	
09	1.2	1.1	0.7	0.4	0.6	1.2	1.1	2.4	1.5	1.6	1.8	1.9	1.9	1.2	0.8	1.0	1.0	1.5	1.4	1.2	1.3	1.6	1.8	2.5	2.1	3.9	2.6	4.1	4.9	3.7	
10	2.3	3.2	2.0	1.8	2.0	4.0	3.3	3.3	2.2	2.3	2.3	2.0	2.6	2.0	1.2	1.9	1.6	1.9	1.6	1.6	1.5	1.7	2.2	2.7	4.2	3.5	4.2	4.7	4.6	3.4	
11	0.7	1.6	0.9	1.1	1.1	1.7	1.3	2.6	2.3	1.9	2.2	2.0	2.3	2.6	1.2	1.1	1.3	1.7	1.6	1.0	1.1	2.2	1.8	2.5	4.3	4.3	3.4	3.8	4.3	2.6	
12	1.8	1.3	1.4	1.2	1.3	2.0	2.5	1.5	1.8	2.3	2.5	2.4	3.0	1.6	0.6	1.1	1.4	1.9	2.0	1.9	1.9	1.6	2.4	3.6	4.0	2.8	4.3	4.5	4.7	4.2	
13	3.8	3.2	2.3	3.4	1.9	2.9	2.4	2.7	2.8	2.1	2.6	2.4	2.5	1.5	1.1	2.1	1.8	1.6	1.7	1.9	1.9	1.9	2.0	4.0	3.3	3.7	2.3	3.1	2.7	4.4	
14	2.8	2.3	2.3	2.0	1.0	1.7	2.3	3.6	3.3	3.7	3.7	2.4	1.7	3.1	3.3	3.3	4.1	4.3	3.0	2.8	3.7	3.3	6.1	5.8	3.9	3.3	3.0	2.7	2.2	3.3	
15	1.9	3.1	2.3	2.1	1.3	1.8	1.5	3.0	2.7	2.3	2.6	3.2	3.6	1.1	1.4	1.2	3.5	3.4	3.1	4.4	3.7	3.5	3.4	2.9	3.1	3.9	5.0	4.5	4.5	3.6	
平均	2.0	2.3	1.7	1.7	1.6	2.3	1.9	2.5	2.3	2.5	2.7	2.6	2.5	2.2	1.5	1.9	2.0	2.3	2.3	2.3	2.1	2.4	2.8	3.3	3.3	3.6	3.9	4.2	4.1	3.4	

☆年輪幅の単位: mm(1/10mmまで計測) ☆調査した年輪幅のうち、過去30年前(1988年)までのデータを使い平均を求めた

○ 調査を行ったヒノキ(個体数: 15)の過去30年間(2017～1988年)の年輪幅の平均

西暦	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
年輪幅の平均	2.0	2.4	1.9	1.9	1.7	2.3	1.8	2.6	2.2	2.3	2.7	2.8	2.7	2.3	1.5	1.9	2.0	2.5	2.7	2.7	2.5	2.7	2.8	3.1	3.3	3.7	3.9	3.8	3.9	3.5



【コナラ】 過去30年(2017~1988年)の年輪幅 (調査個体数:15)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
西暦	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988	
01	1.9	1.7	2.5	1.8	1.5	2.2	2.2	1.7	3.4	3.0	2.2	2.1	2.0	1.4	1.3	1.5	1.2	1.0	1.4	0.7	0.9	0.6	0.5	0.9	1.1	1.4	2.0	2.5	1.0	※	
02	2.3	2.5	2.4	1.6	1.5	2.1	1.9	1.3	1.2	1.5	0.7	1.2	1.0	1.4	0.8	0.8	0.2	0.8	0.6	1.0	1.5	1.9	1.5	0.6	1.1	1.2	2.6	3.0	2.1	2.0	
03	4.9	5.0	6.5	4.0	3.7	3.0	3.9	3.0	3.6	2.2	2.2	2.9	1.9	1.3	2.5	0.8	1.1	0.9	0.7	1.0	0.9	0.8	1.6	0.3	0.9	0.9	0.6	0.5	0.7	0.8	
04	2.9	2.8	3.3	2.3	1.9	2.8	2.5	2.1	2.3	1.3	2.3	1.5	2.1	1.4	1.8	1.3	1.3	1.1	1.1	1.4	1.3	0.7	0.8	1.0	1.6	2.1	2.5	1.9	2.1	1.8	
05	2.5	2.4	2.6	2.2	1.3	2.3	1.7	1.1	1.8	2.1	2.0	1.5	2.0	1.5	1.5	2.0	0.8	0.9	1.0	0.7	1.1	1.0	0.9	0.8	1.2	3.0	1.7	2.7	※	※	
06	2.2	2.5	3.0	2.5	2.0	2.7	1.9	1.7	1.4	2.3	2.2	2.3	2.4	2.4	2.7	3.1	1.4	1.0	1.0	0.6	0.8	0.7	0.8	1.0	1.1	1.8	2.0	2.2	5.0	※	
07	3.5	3.8	5.2	4.3	3.1	5.1	3.5	2.5	2.5	3.0	4.3	4.1	3.6	3.4	3.6	2.5	2.0	1.8	2.4	2.3	1.6	1.6	0.7	1.9	1.3	1.5	1.3	1.2	1.4	1.0	
08	3.0	3.8	4.1	3.1	2.7	2.7	2.5	3.2	2.9	3.1	3.1	3.7	2.5	2.4	2.5	1.7	2.0	1.3	1.6	1.6	1.7	1.8	2.1	2.2	2.2	2.6	2.4	3.0	※	※	
09	3.9	4.1	4.7	4.3	4.3	5.3	3.5	3.4	3.7	4.3	3.8	4.6	2.0	1.4	1.7	1.8	1.1	1.5	2.1	2.5	2.4	1.9	2.0	1.7	2.0	1.9	1.6	1.9	2.1	※	
10	4.0	4.0	4.7	4.3	4.0	3.6	3.3	3.1	3.5	3.8	3.6	3.4	1.8	2.7	1.7	0.8	1.0	1.5	1.5	1.6	2.1	1.8	3.0	2.6	5.1	5.5	4.7	3.7	4.2	※	
11	1.8	3.2	3.5	2.8	2.7	3.9	2.3	2.8	4.3	2.7	2.8	3.2	1.3	2.0	1.7	3.0	2.0	1.5	1.6	1.4	1.4	1.3	1.8	1.2	0.8	1.2	1.2	1.3	1.7	1.1	
12	0.9	1.5	1.6	1.3	1.6	1.8	1.7	1.7	1.8	2.0	3.4	4.0	2.3	2.0	1.0	1.6	1.3	1.4	2.0	2.7	2.3	1.4	1.8	1.5	3.7	3.0	2.5	2.2	2.2	※	
13	4.4	5.5	5.6	3.0	2.4	2.9	2.8	2.8	3.3	2.7	3.4	3.1	3.9	2.3	2.7	2.1	1.8	1.4	1.3	2.1	1.9	1.4	1.2	1.2	1.7	1.1	1.5	0.9	0.7	2.5	
14	3.0	3.6	4.1	3.0	3.4	3.9	2.2	2.5	2.0	1.9	1.9	1.7	2.0	2.0	3.0	2.3	1.1	1.1	1.9	1.6	1.2	0.8	1.6	1.4	1.0	1.0	0.6	1.1	1.3	2.0	
15	3.0	4.0	5.0	2.7	2.6	4.0	3.7	2.4	3.1	2.7	2.1	2.4	2.3	2.6	2.4	1.3	1.4	1.2	1.2	1.0	0.9	1.0	1.9	0.7	1.4	1.6	1.4	0.9	0.9	0.8	
平均	2.9	3.4	3.9	2.9	2.6	3.2	2.6	2.4	2.7	2.6	2.7	2.8	2.2	2.0	2.1	1.8	1.3	1.2	1.4	1.5	1.5	1.2	1.5	1.3	1.7	2.0	1.9	1.9	2.0	1.5	

☆年輪幅の単位:mm(1/10mmまで計測) ☆調査した年輪幅のうち、過去30年前(1988年)までのデータを使い平均を求めた。“※”年輪なし

○ 調査を行ったコナラ(個体数:15)の過去30年間(2017~1988年)の年輪幅の平均

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
西暦	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988
年輪幅の平均	2.8	3.2	3.7	2.7	2.5	3.1	2.5	2.4	2.7	2.6	2.7	2.9	2.3	2.0	2.1	1.8	1.3	1.3	1.5	1.5	1.6	1.6	0.7	1.9	1.3	2.0	2.0	2.0	2.0	1.6



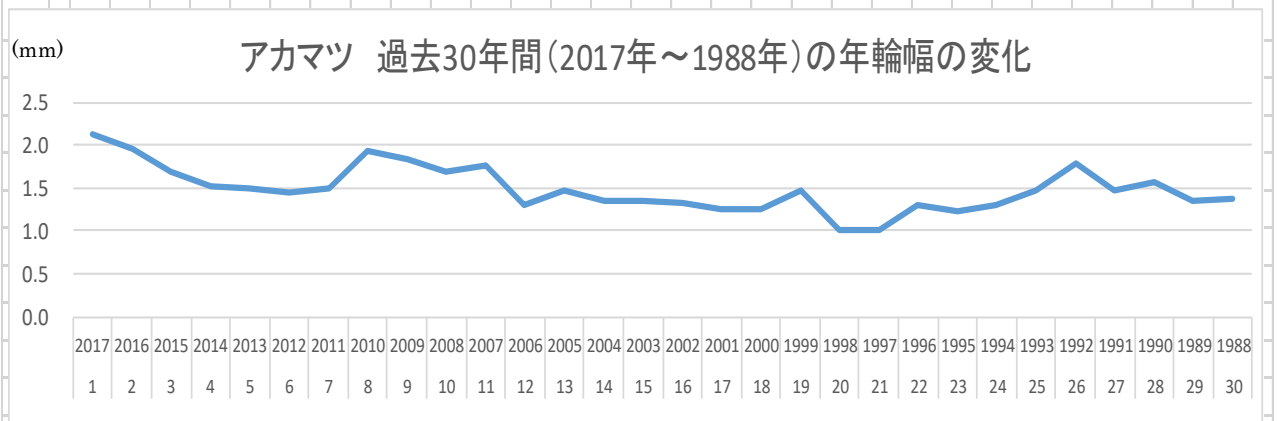
【アカマツ】 過去30年間(2017~1988年)の年輪幅 (調査個体数: 14)

西暦	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988	
01	1.7	1.8	2.0	2.3	1.8	1.4	1.1	1.1	1.6	0.6	1.2	0.4	1.2	0.9	0.8	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.9	0.9	1.0	1.0	1.3	1.4	1.6	1.7	2.0	2.0	
02	2.3	2.8	1.5	1.0	1.6	1.4	2.0	3.0	2.8	2.7	2.5	2.5	2.6	2.5	1.7	1.7	1.6	1.4	2.0	1.5	1.0	1.2	1.3	1.4	2.2	2.0	1.5	1.5	1.6	1.3	
03	2.3	1.6	1.4	0.8	0.2	1.0	0.9	1.2	1.3	1.6	1.4	1.0	0.7	0.8	1.2	1.3	1.2	0.9	2.3	0.9	0.9	1.3	2.1	1.0	1.9	1.5	1.5	2.0	1.6	1.1	
04	1.8	2.5	2.1	0.4	0.8	0.3	0.5	0.9	1.4	1.9	2.7	1.6	1.4	2.4	1.6	1.5	2.0	2.1	2.8	0.9	0.9	1.3	2.1	1.4	0.9	2.1	1.3	2.2	2.0	1.7	
05	1.0	1.6	1.4	1.1	1.1	1.8	0.5	1.4	2.0	1.5	1.9	0.9	0.7	0.6	0.7	0.5	0.1	0.6	0.7	0.9	0.5	0.5	0.3	0.6	1.0	1.4	1.4	1.6	1.9	2.3	
06	2.0	1.5	2.1	2.1	2.3	1.6	1.8	1.7	1.4	0.9	0.6	0.5	0.8	1.0	0.5	0.7	0.3	0.6	1.0	0.9	1.4	1.5	1.4	2.2	1.6	1.9	1.4	1.0	0.8	1.6	
07	1.8	1.7	2.0	2.1	1.5	1.1	0.8	1.0	1.1	1.2	1.3	0.7	0.8	1.1	0.5	0.9	1.1	1.4	0.9	0.8	0.8	1.9	1.0	0.8	1.2	2.0	1.6	1.1	0.5	1.0	
08	3.5	2.9	2.7	2.1	2.5	2.4	2.7	3.4	2.4	2.2	2.1	1.4	1.4	0.9	0.7	0.9	1.0	1.5	1.7	1.0	0.8	1.4	1.1	0.6	1.5	1.5	1.7	1.3	0.6	1.0	
09	3.5	3.0	3.1	2.5	2.9	2.0	2.9	2.9	3.1	2.1	3.0	2.5	2.4	2.1	2.9	2.6	2.5	1.1	2.3	1.0	0.6	0.5	0.5	1.0	1.0	1.3	1.4	1.6	1.7	1.3	
10	2.8	2.4	1.6	2.1	1.9	1.7	1.3	1.7	1.6	0.7	0.6	0.4	1.2	1.5	2.4	2.0	1.1	1.0	1.1	0.8	1.1	1.3	2.1	0.9	1.5	1.0	1.0	1.0	0.7	1.3	
11	3.4	2.1	1.2	2.8	2.3	2.1	1.6	2.3	1.5	1.7	2.1	1.5	1.9	0.6	1.2	0.9	1.0	0.5	1.3	1.0	0.9	0.1	1.0	2.0	1.3	2.2	2.1	2.4	1.5	1.5	
12	1.9	1.6	1.1	0.6	0.7	1.6	1.7	2.1	2.3	2.4	2.2	2.0	1.8	1.2	0.6	0.4	0.3	0.5	0.3	0.7	0.4	1.2	1.1	0.9	1.1	1.1	1.0	1.3	1.1	0.9	
13	0.4	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	1.5	1.9	1.5	1.8	0.9	0.8	1.5	1.1	1.6	1.8	1.7	2.0	2.0	1.8	2.0	3.0	1.4	2.4	2.4	3.6	1.7	2.2	※	※	
14	1.4	1.2	0.9	0.8	0.6	1.2	1.5	2.3	1.7	2.4	2.1	2.1	2.3	2.1	2.4	2.3	2.7	2.9	1.4	1.3	2.0	2.1	0.9	2.0	1.8	1.9	1.3	1.1	1.4	1.0	
平均	2.1	2.0	1.7	1.5	1.5	1.4	1.5	1.9	1.8	1.7	1.8	1.3	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.5	1.0	1.0	1.3	1.2	1.3	1.5	1.8	1.5	1.6	1.3	1.4	

☆年輪幅の単位:mm(1/10mmまで計測) ☆調査した年輪幅のうち、過去30年前(1988年)までのデータを使い平均を求めた。“※”年輪なし

○ 調査を行ったアカマツ(個体数: 14)の過去30年間(2017~1988年)の年輪幅の平均

西暦	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
年輪幅の平均	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988
年輪幅の平均	2.1	2.0	1.7	1.5	1.5	1.4	1.5	1.9	1.8	1.7	1.8	1.3	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.5	1.0	1.0	1.3	1.2	1.3	1.5	1.8	1.5	1.6	1.3	1.4



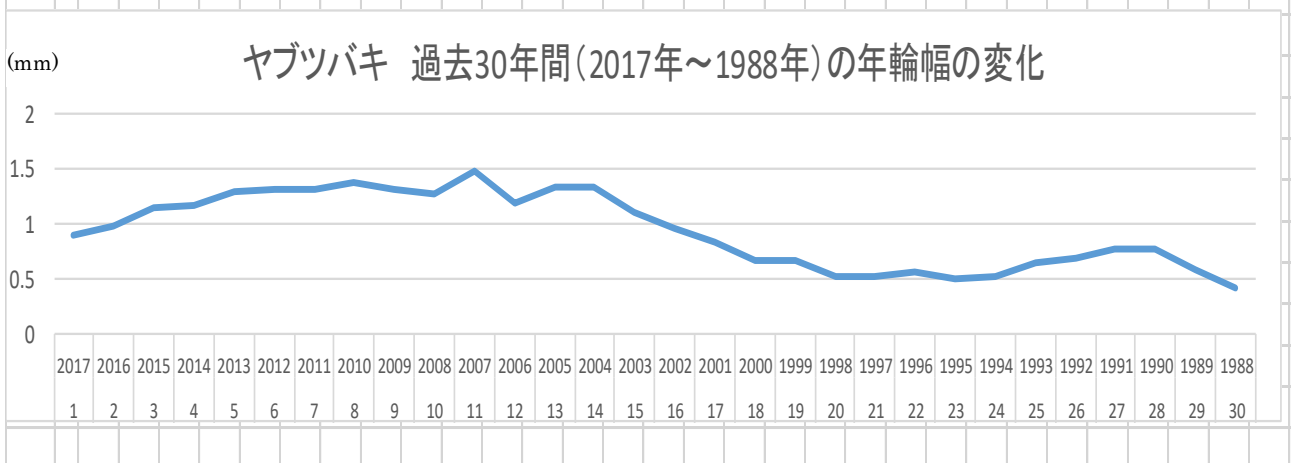
【ヤブツバキ】 過去30年間(2017~1988年)の年輪幅 (調査個体数:10)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
西暦	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988	
01	1.3	0.9	0.7	0.9	0.7	0.7	0.9	1.1	0.9	1.1	1.2	1.0	1.3	1.2	0.8	1.2	1.0	1.1	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7	0.4	0.7	0.6	0.7	0.5	0.3	0.2	
02	1.4	1.5	1.5	1.7	1.5	1.3	1.4	1.3	1.7	1.1	1.7	1.1	0.7	2.5	1.2	0.8	0.8	0.7	1.1	0.5	0.6	0.5	0.4	0.4	0.6	0.4	0.6	0.9	0.5	0.8	
03	0.2	0.4	0.7	1.2	1.5	2.0	2.0	2.4	2.1	2.6	2.9	2.5	3.2	2.5	2.7	2.0	2.0	0.8	1.4	1.2	1.0	0.8	1.4	1.0	1.0	1.0	1.4	0.6	0.8	0.4	
04	1.3	1.5	1.9	1.8	2.2	2.3	1.8	1.8	1.7	1.5	1.7	1.2	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	0.8	0.8	0.7	1.0	0.5	0.6	0.5	0.6	0.7	0.5	0.3	0.5	0.4	
05	1.6	1.4	1.6	1.2	1.6	1.4	1.6	1.5	1.8	1.5	1.6	1.4	1.3	0.9	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.4	0.6	0.5	0.5	0.3	0.4	0.3	0.2
06	0.6	0.7	0.5	0.7	1.0	1.0	0.8	1.0	0.9	0.8	1.3	1.0	1.2	1.2	1.0	1.1	1.2	1.0	0.7	0.6	0.4	0.6	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.5	
07	1.2	1.2	1.3	1.1	1.4	1.1	1.5	1.4	1.5	1.6	2.0	1.5	2.5	2.1	1.8	1.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.1	0.7	0.2	0.4	2.0	1.6	2.2	2.6	1.6	0.2	
08	1.0	0.8	0.9	1.0	1.0	0.9	0.8	0.9	0.7	0.5	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.3	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	0.6	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	
09	0.2	1.0	1.5	1.5	1.4	1.5	1.6	1.5	1.2	1.3	1.0	1.0	1.0	1.1	1.2	1.0	0.8	0.5	0.6	0.3	0.5	0.6	0.4	0.5	0.3	0.7	0.8	0.9	0.8	0.8	
10	0.1	0.4	0.8	0.6	0.7	0.9	0.8	0.8	0.6	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	0.2	0.2	0.4	0.4	0.3	0.5	0.3	0.3	
平均	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3	1.5	1.2	1.3	1.3	1.1	1.0	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.7	0.7	0.8	0.8	0.6	0.4	

☆年輪幅の単位:mm(1/10mmまで計測) ☆調査した年輪幅のうち、過去30年前(1988年)までのデータを使い平均を求めた。

○ 調査を行ったヤブツバキ(個体数:10)の過去30年間(2017~1988年)の年輪幅の平均

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
西暦	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988
年輪幅の平均	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3	1.5	1.2	1.3	1.3	1.1	1	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8	0.6	0.4



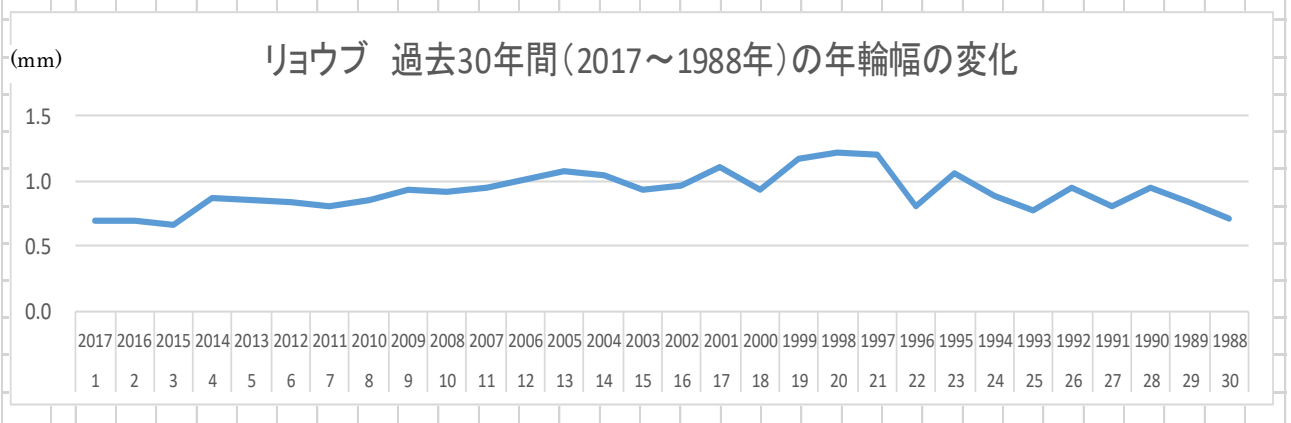
【リョウブ】 過去30年間(2017～1988年)の年輪幅 (調査個体数:12)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
西暦	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988	
01	1.3	0.5	0.9	0.9	1.0	1.1	0.6	0.7	1.2	1.4	1.5	2.2	2.1	2.4	1.7	1.7	1.4	0.8	1.4	2.0	2.0	0.5	※	※	※	※	※	※	※	※	
02	0.7	0.5	0.7	0.4	0.7	0.7	0.5	1.1	1.1	0.8	0.5	0.6	0.7	1.2	1.3	1.0	0.7	0.8	0.8	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	1.0	0.8	0.7	0.5	0.8	
03	0.5	0.4	0.3	1.5	2.0	1.3	1.5	0.8	0.9	1.5	0.8	0.8	1.2	0.8	0.7	1.0	1.5	1.5	1.8	1.3	0.9	1.0	1.0	※	※	※	※	※	※	※	
04	0.8	3.0	0.6	2.4	1.6	0.5	0.9	1.5	1.5	1.7	1.7	2.6	2.0	2.0	0.9	0.7	1.3	1.4	3.1	1.3	1.0	0.8	1.0	0.8	0.6	0.6	0.6	1.1	0.5	0.8	
05	1.9	0.6	0.9	1.0	0.9	0.7	1.0	0.5	1.4	1.1	1.5	1.0	0.9	0.4	0.5	0.3	0.6	0.5	0.3	0.6	1.2	0.7	0.7	0.8	0.5	0.7	0.4	0.6	0.5	1.1	
06	0.7	0.3	0.4	0.2	0.4	0.4	1.0	1.3	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.9	0.7	1.9	1.5	0.6	1.4	0.8	0.6	0.6	0.8	0.8	1.7	0.6	0.5	0.7	0.5	
07	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.5	0.6	0.5	0.7	0.6	1.0	0.6	0.7	0.4	0.3	0.5	0.6	0.4	0.8	1.0	0.7	1.3	1.3	1.1	1.0	1.5	1.5	1.9	0.5	
08	0.5	0.9	1.1	0.7	0.8	0.9	0.7	1.0	0.6	0.5	1.6	0.6	2.0	2.1	1.5	1.5	1.4	1.2	2.3	1.8	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	
09	0.5	1.0	1.6	1.2	1.1	1.4	0.7	0.8	0.4	0.3	0.4	0.6	1.1	0.7	0.9	1.4	1.3	0.6	1.0	0.9	1.8	0.4	1.3	1.0	1.3	1.6	1.7	1.8	1.5	※	
10	0.8	0.4	0.5	1.1	0.6	0.8	0.7	0.6	0.8	1.4	0.6	1.0	0.5	0.4	0.5	0.9	0.6	0.3	1.0	1.0	2.9	1.8	1.9	1.7	0.8	0.7	0.6	※	※	※	
11	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	1.8	0.9	0.5	1.1	0.6	0.7	0.8	0.5	0.7	1.1	1.2	1.2	1.2	0.8	1.5	0.0	1.0	1.2	0.3	0.6	0.3	0.2	0.4	0.3	0.6	
12	0.4	0.4	0.6	0.6	0.8	0.2	0.6	0.9	0.7	0.6	1.0	0.5	0.9	0.8	0.9	0.8	1.0	0.9	0.6	1.6	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	
平均	0.7	0.7	0.7	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	0.9	1.0	1.1	0.9	1.2	1.2	1.2	0.8	1.1	0.9	0.8	1.0	0.8	0.9	0.8	0.7	

☆年輪幅の単位:mm(1/10mmまで計測) ☆調査した年輪幅のうち、過去30年前(1988年)までのデータを使い平均を求めた。“※”年輪なし

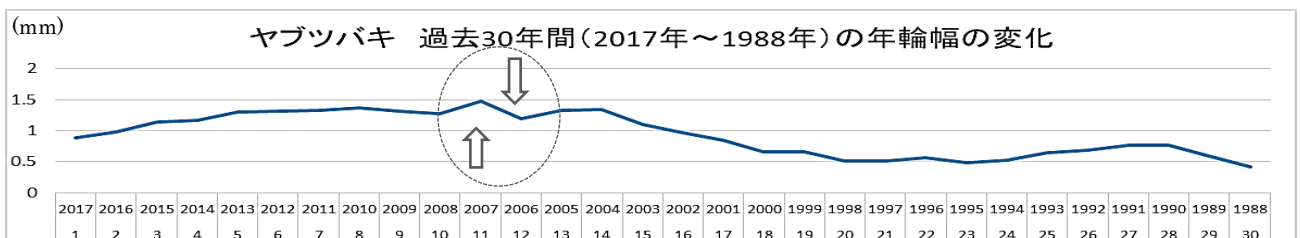
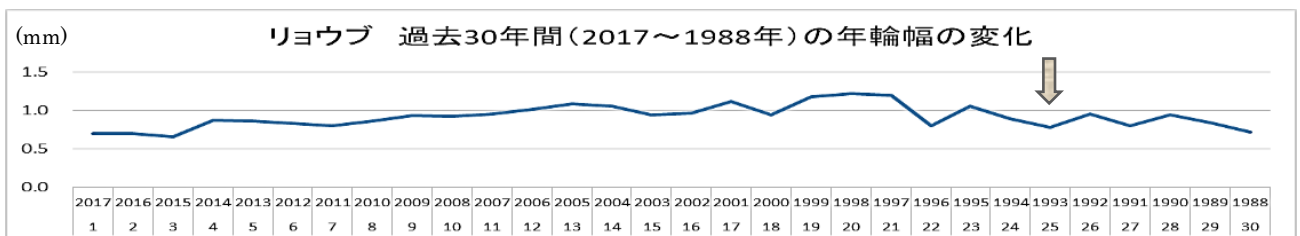
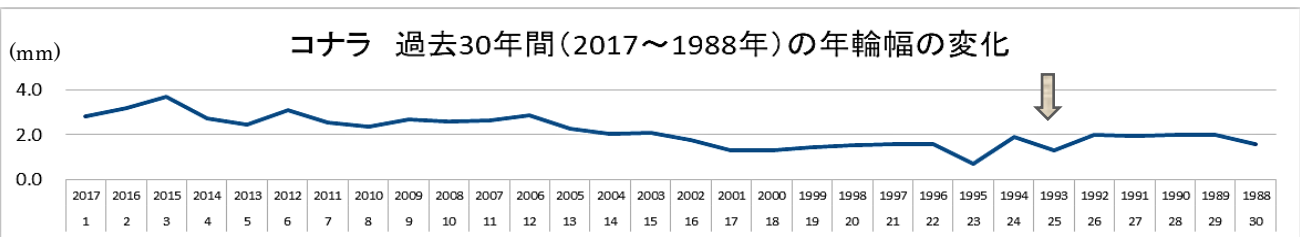
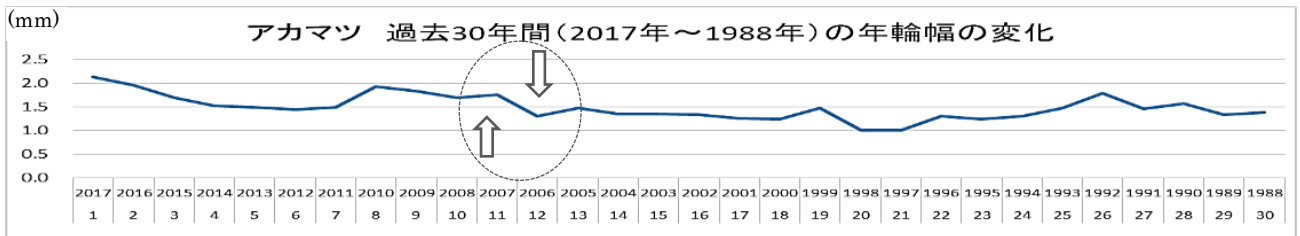
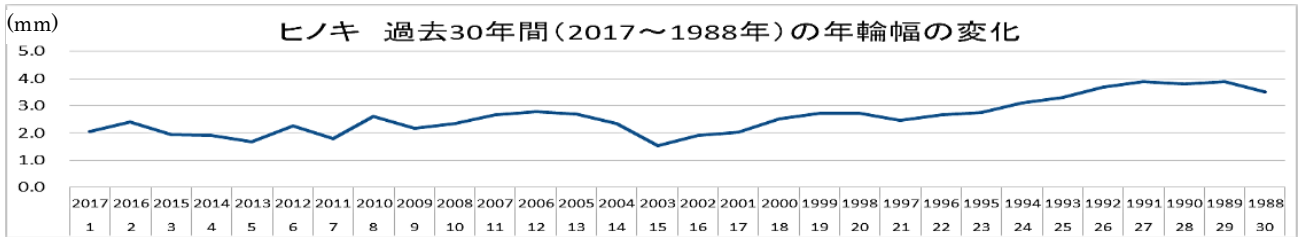
○ 調査を行ったリョウブ(個体数:12)の過去30年間(2017～1988年)の年輪幅の平均

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
西暦	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988
年輪幅の平均	0.7	0.7	0.7	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	0.9	1.0	1.1	0.9	1.2	1.2	1.2	0.8	1.1	0.9	0.8	1.0	0.8	0.9	0.8	0.7



☆ 5種類の樹木の年輪幅の変化と気象条件との関連について

⇒ 5種類の樹木の年輪幅の変化を比較



○ 5種類の樹木の年輪幅の変化を並べて比較してみると、部分的には共通点が見られるが、同じような変化をしている樹木はみられず、それぞれ違った変化をしていることが分かった。

○ 常緑の樹木であるアカマツとヤブツバキの変化を比べると、2006年に年輪幅が減少し、2007年に増加している点が似ている。過去の気象データで2005年12月から2006年1月は記録的な大雪と低温が続き「平成18年豪雪」と呼ばれる大雪に見舞われていた年であったことが分かった。2007年は歴史的な暖冬であったことが分かった。

【考察】アカマツとヤブツバキは常緑であるために、大雪・低温の影響で光合成が阻害させて、その年の年輪形成に影響がでたと考えられる。コナラやリュウブのグラフに全く変化がないのは、これらの樹木は冬の間落葉しており、光合成もしておらず休眠状態で冬を越しているために、大雪・低温は影響しないものと考えられる。

「平成 18 年(2006 年)豪雪」

『2005 年（平成 17 年）12 月から 2006 年（平成 18 年）1 月上旬のほとんど毎日が冬型の気圧配置となり、この期間は 1985 年（昭和 60 年）から 1986 年（昭和 61 年）の六一豪雪以来の記録的な豪雪と低温となった。』（引用：Wikiwand「平成 18 年豪雪」）

「2007 年 暖冬」

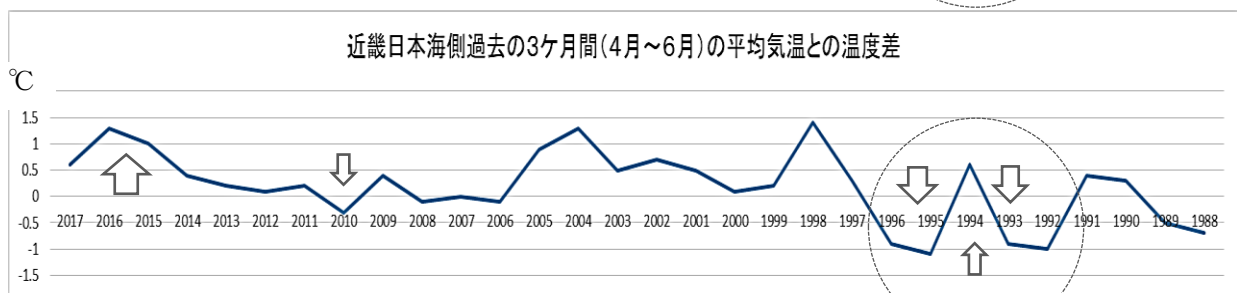
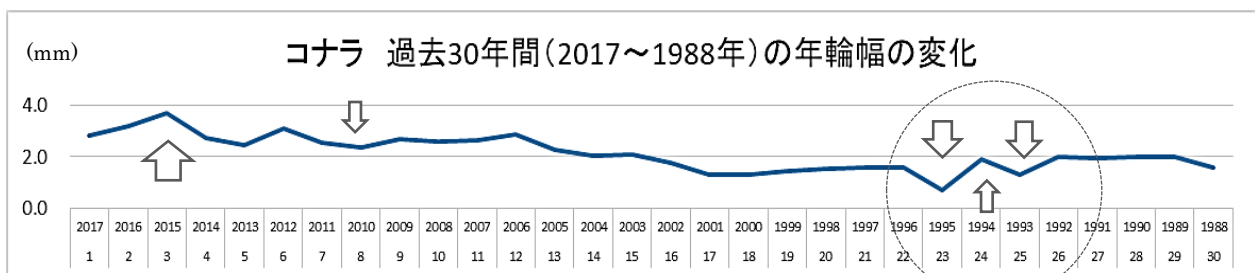
『2006 年から 2007 年の冬期間を通して強い寒波はほとんどなく、豪雪地帯でも記録的少雪であった。雪不足によりスキー場では営業ができない等の影響が発生。国内の平均気温は、気象庁の統計開始以来 1949 年と並ぶ 1 位タイの歴史的暖冬となった。また地域別でみると東日本、西日本で戦後第 1 位の暖冬記録を塗り替え全国 63 の気象官署地点で冬の平均気温の高い記録を塗り替えた。』（引用：Wikipedia「暖冬」）

○落葉広葉樹の樹木であるコナラとリュウブの変化を比べると、1993 年に年輪幅が減少し、翌年に増加している点が似ている。2 種類の樹木の年輪形成に影響を及ぼす、何らかの変化があったはずである。過去の気象データを調べると 1993 年は記録的な冷夏であったことが分かった。

「1993 年 冷夏」

『1993 年この年は記録的な冷夏により、「1993 年米騒動」といわれる米不足になった。8 月になっても梅雨前線が日本列島に停滞し、豪雨災害と関東地方以北では低温が顕著であった。1954 年に次ぐ戦後 2 番目に平均気温の低い夏であり、南西諸島を除く地域で梅雨明けが特定されない異常な夏であった。』（引用：Wikipedia「冷夏」）

⇒ コナラの年輪幅の変化のグラフを過去の気象データと比較



(気象庁過去の気象データ <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php> をもとにグラフ化)

※年輪幅の変化と過去の気象環境（気温・日照時間・降水量・降雪量等）との関連がありそうなデータをいろいろ比較してみたが、ぴったりと変化が相似する気象データを見つけることができなかったが、4～6月の3ヶ月間の平均気温の変化のグラフが最も類似点を見出すことができた。

【結果】コナラと近畿日本海側過去の3ヶ月間の平均気温との温度差のグラフと比べると1993年から1996年にかけての平均気温の変化が、コナラの年輪幅の変化と似ている。また、2015-2016年の山、2010年のグラフの谷にあたる変化も似ている。

【1993年寒春】

3月中旬から一転して低温傾向に転じ冬型の気圧配置になりやすく非常に強い寒気が断続的に流入したため、気温が平年を下回る日が多くなった。特に3月下旬には東海から西の太平洋側でこの時期としては稀な降雪や凍結があり、名古屋市や大阪市などでも雪が舞った。4月は前半に東日本を中心に低温となったほか、下旬には東北地方や関東北部でも季節外れの降雪や積雪を観測した。夏にかけてはさらに著しい低温傾向が強まり、戦後有数の大冷夏・大冷害となった。

(引用：Wikipedia 「寒春」)

【1996年寒春】

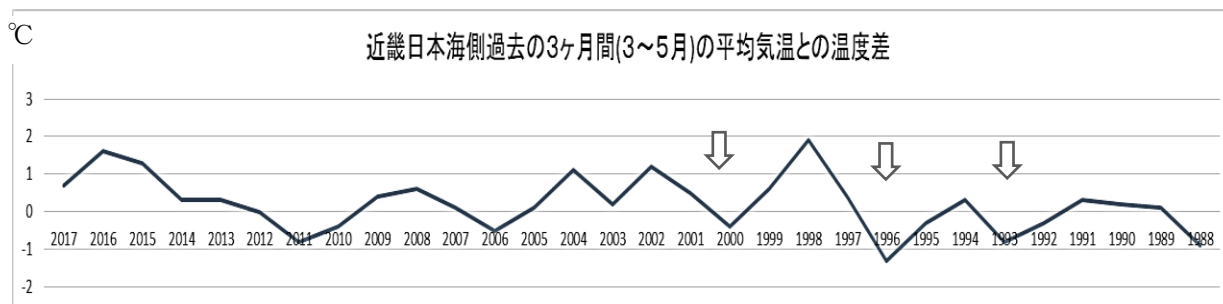
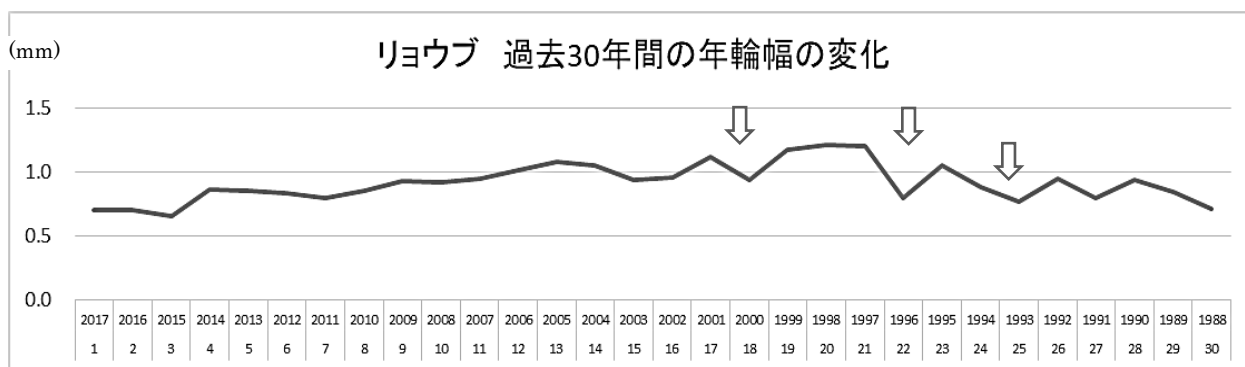
この年は厳冬で春の訪れが遅く、冬の低温傾向が春にかけても継続した。特に4月の低温が顕著で、暖春が多い1990年代において1993年と並ぶ数少ない寒春年である。3月上旬と下旬・4月上旬から中旬にかけて冬型になりやすくその時期としては非常に強い寒気が流れ込んだため、4月8日と12日には大阪市・京都市・岐阜市・名古屋市などの東海から西の太平洋側平野部で4月としては異例の降雪を観測し西日本の多くの地点で観測史上もっとも遅い終雪の記録を更新した。東海から西の4月降雪は1965年以来31年ぶり。

(引用：Wikipedia 「寒春」)

【考察】

これだけでは、関係が深いと断定できないが、コナラは4～6月の気温と年輪の成長は少なからず関係があることが推測できる。4月に気温が高くなるとコナラが葉を付けて、光合成を始める。光合成が行われれば、養分がつけられ年輪形成にも影響があると考えられる。気温との関わりがあることは考えられるが、単に気温が高ければ年輪幅が大きくなるのではなく、他のいろいろな条件がいくつも重なって年輪が形成されると考えられる。

⇒ リョウブの年輪幅の変化のグラフを過去の気象データと比較



(気象庁過去の気象データ <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php> をもとにグラフ化)

【結果】リョウブと近畿日本海側過去の3ヶ月間（3～5月）の平均気温との温度差のグラフと比べると1993年、1996年、2000年の平均気温の変化が、リョウブの年輪幅の変化と似ている。しかし、2006年や2010年に平均気温との温度差がマイナスの年があるが、リョウブの年輪幅のグラフにはほとんど変化は表れていない。

【考察】

1993年・1996年は寒春で春の気温変化が、リョウブの年輪の成長になんらかの影響を与えていると考えられる。これだけでは、関係が深いと断定できないが、リョウブの年輪の成長は3～5月の気温と年輪の成長は少なからず関係があることが推測できる。3月に気温が高くなるとリョウブは葉を付けて、光合成を始める。光合成が行われれば、養分がつけられ年輪も形成される。気温との関わりがあることは考えられるが、単に気温が高ければ年輪幅が大きくなるのではなく、他のいろいろな条件がいくつも重なって年輪が形成されると考えられる。

【常緑樹木と落葉樹木】

針葉樹と常緑広葉樹は年間通して葉をつけていて、光合成によって養分をつくことができるので、年輪が形成される期間は長く、気象等の影響を受ける期間も長くなると考えられる。

落葉広葉樹は、葉をつけている春～秋の期間に光合成を行い、それに伴って年輪形成がなされると考えられる。樹木の種類によって葉をつける時期や年輪形成の盛んな時期も異なることが考えられる

☆ 5種類の樹木の年輪幅の変化と気象条件との関連についてのまとめ

○ 樹木の種類が違えば、年輪幅の変化に違いがみられる。

⇒ 樹木の種類が違くと年輪幅の変化も違うことがわかった。ヒノキ、マツは針葉樹の仲間なので同じような経年変化のグラフになると予想していたが違った。また、コナラ、リョウブ、ヤブツバキも広葉樹の仲間であるが経年変化の類似点は少ないということが分かった。

⇒ それぞれの樹木によって、年輪の構造や成長速度が異なるために年輪の成長にも違いがでると考えられる。また生育条件が異なると同じ気象条件でも年輪の形成に違いが出ることも考えられる。

○ 暖冬・寒冬、暖春・寒春、大雪など異常気象の年は樹木の年輪形成に影響をもたらす。

⇒ 平成18年(2006年)豪雪…アカマツとヤブツバキでは2006年に年輪幅が減少

⇒ 記録的な冷夏(1993年)…コナラとリョウブは1993年に年輪幅が減少

○ 落葉広葉樹では、春の気温変化が年輪形成と関係が深い。

⇒ コナラの年輪幅の変化のグラフと過去の近畿日本海側過去の3ヶ月間（4～6月）の平均気温との温度差のグラフと類似

⇒ リョウブの年輪幅の変化のグラフと近畿日本海側過去の3ヶ月間（3～5月）の平均気温との温度差のグラフと類似

V. 研究の内容 ④

☆大昔の樹木の年輪について調べる

私が年輪の研究をしていると、昔父が大野の山奥に化石を探しに行った時に、偶然樹木の化石（珪化木）を採取したことがあるという話を聞いた。樹木の化石があるということに少し興味を持ちました。父に物置小屋を探してもらったところ、その樹木の化石が出てきたので、その化石をもらい、今回の研究に加えて、大昔の樹木にも年輪があるかどうか調べることにした。



【樹木の化石】

【樹木化石の年代について】

樹木の化石を採取した場所や化石の年代について確認したら次のことが分かった

- 採取場所・・・大野市和泉下半原林谷（旧 和泉村）
- 採取した地層と年代・・・手取層群石徹白垂層群 中生代白亜紀前期（約1億3000万年前）

【調査方法】

- ① 樹木の化石をダイヤモンドカッターで5cmの厚さに切断する。
- ② 切断した断面を研磨砂で磨き、断面を平面になるまで磨く。研磨砂は、粒度の荒いものから細かいものにしていく。（#60→#120→#320→#800→#1500）
- ③ フッ酸(5%)溶液で、1時間浸した後、水洗いをする。（※表面を少し溶かして見やすくする）
- ④ 磨いた樹木化石を双眼実体顕微鏡で観察し、デジカメで写真を撮影する。
- ⑤ 樹木化石の組織と現在の樹木の年輪の組織を比較する。



【樹木化石を観察する】



【樹木化石の断面を研磨砂で磨く】



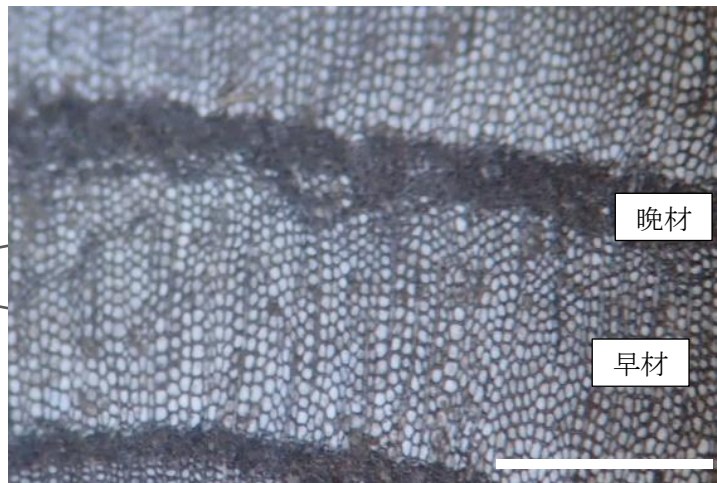
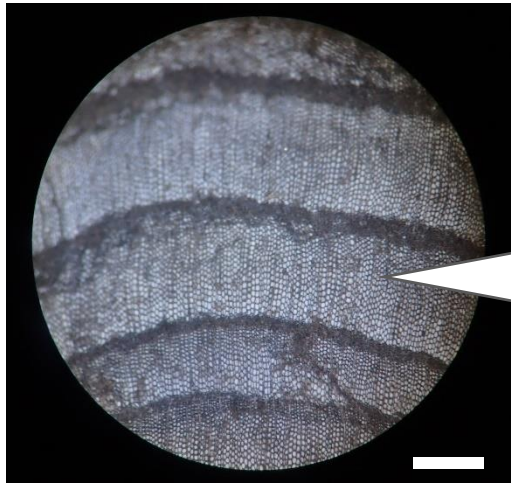
【双眼実体顕微鏡で観察する】



【磨いた面に見られる年輪】



【年輪部分の拡大写真】



【双眼実体顕微鏡で見た樹木化石の年輪組織】

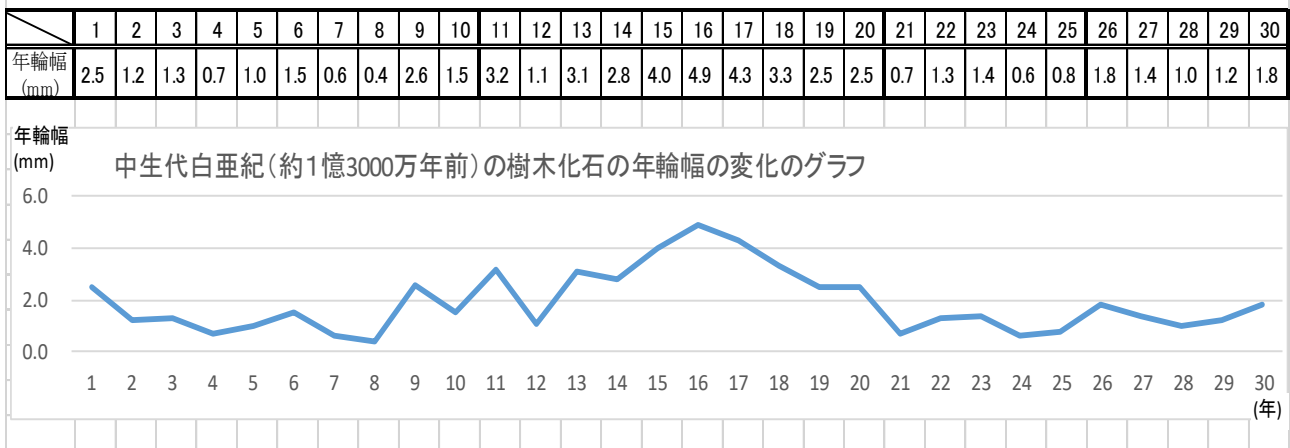
【年輪組織の拡大写真】（※スケール 1mm）

【双眼実体顕微鏡での観察から】

年輪の組織を拡大してみると、ヒノキやマツのように仮道管の組織が中心部より放射状にきれいに並んでいるのが観察できる。コナラやイヌシデなどの広葉樹の組織で見られた道管の組織は見られない。また、早材と晩材との区別もはっきりしており、この樹木の化石は、針葉樹に近い組織であるということがわかった。

☆樹木化石にみられる年輪の年輪幅を測定して、グラフ化した。（※年輪がよく観察できる一部を測定）

恐竜時代(中生代白亜紀)の樹木化石にみられる 30年間の年輪幅の変化



☆大昔の樹木化石（珪化木）を調べてわかったこと

○ 大昔(1億3000万年前)の樹木にも年輪がある。

⇒年輪の組織を観察すると、現在の針葉樹の組織によく似ている。約1億3000万年前の中生代白亜紀、恐竜時代には、現在の針葉樹の仲間の樹木が生えていたことが推測される。

○ 大昔の樹木の年輪にも、年輪幅に変化がみられる。

⇒年輪があり、年輪の幅も変化していることから、当時は1年中温暖な気候ではなく、年輪形成に影響を及ぼすような、季節の変化があったことが推測される。

VI. 研究のまとめ

☆ 樹木の種類による年輪の組織構造のちがい

⇒肉眼観察と双眼実体顕微鏡を調べたわかったこと

○針葉樹（ヒノキ、アカマツ、スギ）の年輪は、広葉樹（コナラ、イヌシデ、リョウブ、ネジキ、ヤブツバキ、アセビ、ヒサカキ、モチノキ）の年輪に比べるとはっきりしている。

① 早材と晩材の色の違い

- ・針葉樹は、広葉樹に比べると年輪を形成している早材（春材）と晩材（秋材）の色の違いがはっきりしている。
- ・広葉樹は、リョウブ、ヤブツバキのように早材と晩材の境目の色がはっきりしているために年輪がわかりやすいものもあるが、ヒサカキ、モチノキのように早材と晩材の色の違いがあまりないために年輪がわかりにくい。

② 年輪の形状の違い

- ・針葉樹それぞれの年輪は、年輪の幅はあまり変わらず、形成された年ごとに同心円状に成長しているものがほとんどである。
- ・広葉樹のネジキやアセビでは、同じ年に形成された年輪であっても、場所によって年輪幅が大きく変わったり、途中でいくつもの年輪が重なり早材と晩材の境界がわからなくなっていたりするために年輪がわかりにくい。

③ 年輪を形成する組織の違い

- ・針葉樹の年輪を形成する組織は、ほぼ同じ細胞が中心部から外皮に向かって並んでいる。
- ・広葉樹には、針葉樹には見られない道管があり、その道管の並び方や散らばり方が樹木のそれぞれの種類によって異なり、この道管の並びや散らばり方で年輪ができています。

☆年輪の偏りの方角と斜面の傾きの方角との関連性について

- スギの年輪は、山側に広がり、斜面の傾きの方角とほぼ同じ方角(谷側)に偏る。
- ヒノキの年輪は、斜面の傾きと同じ方角に広がり、反対の方角(山側)に偏る。
- イヌシデの年輪は、山側に広がり、斜面の傾きの方角とほぼ同じ方角(谷側)に偏る。
- 樹木の年輪の偏りは、斜面の傾きに対する根のはり方との関係性が深い。

⇒年輪の偏りは地形的な条件、特に樹木の生えている土地の傾きとの関連が深い。

⇒年輪の偏りはどんな種類でも同じ傾向を示すのではなく樹木の種類によって異なる。

☆ 5種類の樹木の過去 30 年間の年輪幅の変化と気象条件との関連について

- 樹木の種類が違えば、年輪幅の変化にも違いがみられる。
- 暖冬・寒冬、暖春・寒春、大雪など異常気象の年は、年輪形成に影響をもたらす。
- 落葉広葉樹では、春の気温変化が年輪形成と関係が深い。

☆大昔の樹木化石（珪化木）を調べてわかったこと

○ 大昔(1億3000万年前)の樹木にも年輪がある。

⇒年輪の組織を観察すると、現在の針葉樹の組織によく似ている。約1億3000万年前の中生代白亜紀、恐竜時代には、現在の針葉樹の仲間の樹木が生えていたことが推測される。

○ 大昔の樹木の年輪にも、年輪幅に変化がみられる。

⇒年輪があり、年輪の幅も変化していることから、当時は1年中温暖な気候ではなく、現在の日本のように季節変化があったことが推測される。

VII. 研究をふりかえって

樹木はどれも同じような組織でできていると思っていたが、種類ごとに違っていることに驚いた。双眼実体顕微鏡で見た美しい細胞の並びを見たときには樹木は生き物であるということを感じた。インターネットで年輪の偏りについて調べたところ、「針葉樹の場合は、山の斜面で谷側に向いているほうが、山側よりも年輪が広がる」と樹木の専門家の話が掲載されていたが、実際の調査結果は違っていた。野外観察で確認したところ、同じ針葉樹でも根のはり方がスギとヒノキでは違っており、年輪の偏りも違うということが明らかとなった。平成28年の理科研究では「年輪が広がっている方角は南である」という情報は正しくないということを確認されたが、今回の研究でも「針葉樹の年輪は山の斜面で谷側に向いているほうが、山側よりも年輪が広がる」というインターネットの情報は、ヒノキには当てはまるがスギには当てはまらないことを知ることができた。たとえ、専門家が言っていたとしても一度疑ってみて自分の目で確かめることの大切さが分かった。どの樹木も年輪幅が同じように変化するものだと思っていたが、樹木の種類によってそれぞれ違うということが今回の研究で分かった。大昔の樹木の化石を磨いたら年輪が出てきたことにも驚いた。恐竜時代にも気温の変化があったことが、年輪幅が変化していることで実感することができた。年輪の研究は簡単ではないことがよく分かった。今回の研究で関連のわからなかった樹木の年輪の変化についても何の条件が影響しているのか調べてみたい。

<参考・引用文献>

福井県植物図鑑③福井の樹木 福井県植物研究会 1999年

野山の樹木観察図鑑 岩瀬 徹 著 成美堂出版 1998年

樹木の解剖 深澤 和三 著 海青社 1997年

手取層群の恐竜 福井県立博物館 1995年

北陸の自然をたずねて(日曜の地学) 北陸の自然をたずねて編集委員会 著 2001年

サライ：木の年輪「広いのは南側」は間違いだった【東京農業大学公開講座より】<https://serai.jp/hobby/212777>

気象庁過去の気象データ <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>

木の成長について：木と学ぶ <http://study-with-wood.sblo.jp/>

「森林・林業学習館」 <http://www.shinrin-ringyou.com/mokuzai/>

ウィキペディアフリー百科事典 <http://ja.wikipedia.org/wiki/>

「暖冬」「暖春」「寒冬」「寒春」「冷夏」「猛暑」「異常気象」「珪化木」

「年輪の不思議」島田星奈 (わたしたちの理科研究) 2016年