

日本列島におけるスギの分布状況と 針葉の形態変化について

高 桑 進
米 沢 信 道
綱 本 逸 雄
宮 本 水 文

1. はじめに

昨年度の研究「京都北山におけるアシウスギとオモテスギの分布調査—杉の針葉の新しい計測法の開発—」¹⁾により、スギ針葉の中央断面の縦横の長さを計測することから、スギの針葉断面には横長のタイプと縦長のタイプがあることがわかった。

京都市右京区京北町美山にある片波山と鍋谷山、富山県入善町の沢杉から採集したスギの葉サンプルは横長タイプの針葉断面だった。一方、京女の森から採集した「京女の森の大スギ」の針葉では縦長タイプの断面だった。京女の森の大杉の場合、スギの木の頂上部の針葉断面は、縦横比がほぼ1:1より少し横長気味であるが、中部から下部に行くほど、縦長に変化して行く傾向があることを見いだした。下部の針葉断面の縦横比は、完全な縦長であった¹⁾。

そこで、針葉断面が縦長である京女の森の大杉はオモテスギではないか、またアシウスギの針葉断面は横長の傾向があるのではないかと考えた。もし、そうであれば針葉断面を計測することで、アシウスギとオモテスギを区別することが可能となる。この仮説を証明するには、典型的なオモテスギとアシウスギを選んで、木の上部から下部までの針葉を採取しその断面の縦横比を測定する必要がある。

そこで、確実なオモテスギとして約400年前に植えられたという記録が残された奈良県吉野郡川上村の吉野杉を選び、その吉野杉について上部から下部までの針葉を採集して縦横の長さを、改善した計測法で正確に測定した。今までに、1本のスギで樹冠の上部と下部について針葉の断面を比較した研究は見当たらない。典型的なオモテスギである吉野杉で針葉断面の比較検討をおこなったので、得られた結果を報告する。

同時に、日本列島各地に分布するスギについての調査結果も報告する。

2. 日本列島における天然生スギの分布

2-1 スギとは何か

高原光²⁾は「図説 日本植生史」の中で、スギについて次のように述べている。「スギ (*Cryptomeria japonica* D. Don) は、第三紀の温暖な気候に適応した植物群が姿を消して行くなか、第四紀更新世になって日本列島に現れ、100万年前頃メタセコイアなどが消滅した後、更新世中・後期に成って繁栄して来た。現在、スギは、青森県の鱒ヶ沢を北限とし、不連続であるが、鹿児島県屋久島の南限地まで天然分布している。垂直分布では、和歌山県新宮市浮島の森の標高0 mから、最高は富山県立山剣岳地方の標高2050mである。天然スギと混交する樹種は、日本海側で主にブナ等の冷温帯性落葉樹、太平洋側ではモミ、ツガ、ヒノキなどの温帯性針葉樹である。」

日本列島におけるスギの天然分布については、古くは本田静六³⁾が、スギの野生地として、羽後の秋田郡、陸中岩手郡の西北部、陸前玉造郡の軍澤岳、相模愛甲郡の丹沢山、信濃安曇郡西部の諸山、越中新川郡の黒部谷字猫又谷、近江の比良山脈、丹波北桑田郡由良川水源の山中、但馬の妙見山、石見鹿足郡左澄村、美濃郡紙租村および那賀郡程原村等の山中、安芸西北部山中の石見国境付近の山地及び佐伯郡恵下山、土佐安芸郡魚梁瀬村山中、阿波海部郡西南の山中、大隅の屋久島とをあげている。この地域が現在のどの場所を指すかの精査は措くとして、全国各地に天然生のスギ群落が見られたことがわかる。

また、日本産主要樹種の天然分布（スギの天然分布概説）を調べた林弥栄⁴⁾は、スギの北限は、青森県西津軽郡鱒ヶ沢町、矢倉山国有林で、南限は鹿児島県熊毛郡屋久町、屋久島国有林で、北緯40度42分から30度15分の暖温帯から冷温帯に及ぶと述べているが、宮島寛⁵⁾は古くから伐採がされて、造林がくり返されてきたので自生地域の詳細は明らかでないと述べている。

現在、天然生スギの産地は、青森、秋田地方、北陸、山陰地方等のいわゆる日本海側の各地と、伊豆半島、紀伊半島、四国の東南部及び屋久島等のいわゆる太平洋側の各地である（図1参照）。

日本海側であれ太平洋側であれ、図2からこれらの地域の特色は年間降水量が1500ミリ以上の地域であることがわかる。また、スギは吉良竜夫⁶⁾の定義した「あたたかさの指数」に対して広い適応域を有しており、分布の中心域は、最寒月の平均気温が $-2.0\sim 4.0^{\circ}\text{C}$ 、最暖月の平均気温が $20.0\sim 25.0^{\circ}\text{C}$ で、年間の平均気温が $10.0\sim 14.0^{\circ}\text{C}$ にあると林弥栄⁴⁾は述べている。つまり、スギの分布域は冷温帯の南部にあるといえる。

このような各地に分布したスギは、気温と降水量等の気候的な影響を受けて自然選択が進み、地域変異種が出来たと考えて、村井三郎⁷⁾は日本海側に分布するスギをウラスギ、太平洋側に分布するスギをオモテスギと概念的に呼んだ。

ウラスギは、冬期が低温多湿の裏日本型気候に生育するスギで、それに対してオモテスギとは夏期が高温で多湿な気候で生育するスギである。これは気候型でスギを大別したにすぎないが、林業関係者の間ではよく使われる分類である。

ウラスギ系統のスギは、オモテスギ系統のスギに比べて耐陰性が強く、下枝が枯れずに降雪で垂れ下がり、地面に枝がつくと発根する、すなわち伏条更新をするのが特色といわれている。この伏条性天然スギを京都帝国大学の芦生演習林で初めて目にした中井猛進は、これをとくにアシウスギ (*Cryptomeria japonica* var. *radicans* NAKAI) と命名し、スギの一変種であるとした⁸⁾。

ここで問題なのは、村井三郎の行った生育する気候型での分類であるウラス

ギとオモテスギという呼称と、中井猛ノ進が京都帝国大学芦生演習林で目にした伏条性のアシウスギとが同じ概念ではないという点である。この点が現在に至るまで混同されて来ている。今から約30年程前に「杉の来た道」(1976)を著した島根大学農学部教授の遠山富太郎⁹⁾は、スギの針葉の曲がり具合を全国のスギで調査した研究成果から、この2つの系統は生態型(ecotype)で連続的な変異であり、エコクライン(ecocline;生態勾配)に該当し、区別できないというスギの一元論を主張した。

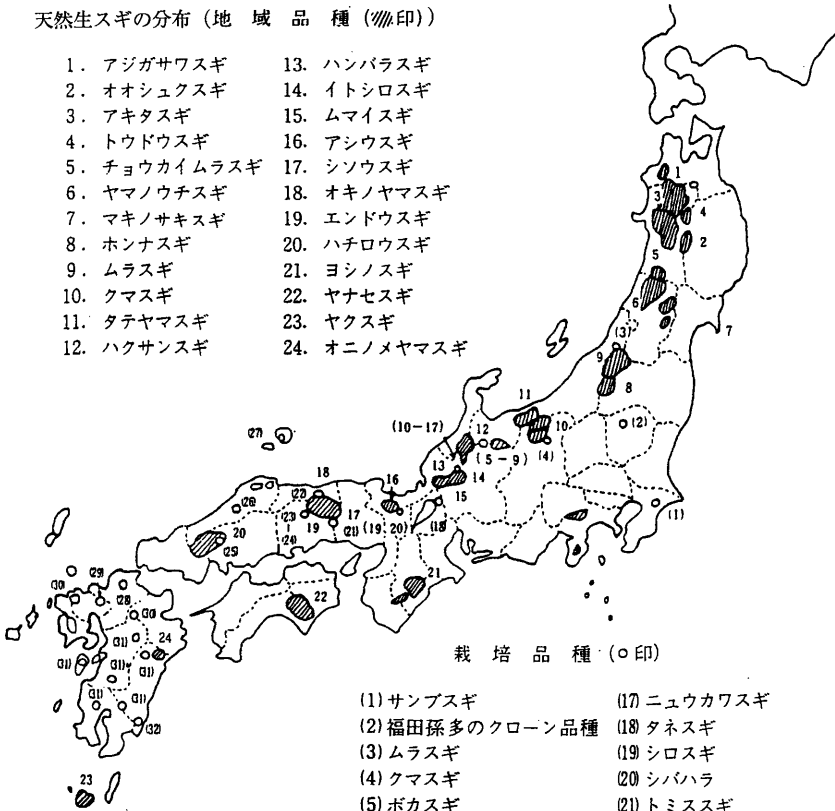
ところが、現在、多くの成書では中井猛ノ進の命名したアシウスギ、あるいは村井三郎の呼んだウラスギとオモテスギという、いわば二元論が既成事実化しており、遠山富太郎が針葉形態の計測結果から主張した一元論は無視されている。もちろん、真実がどちらにあるかは、今後の研究成果に待たねばならないことはいうまでもない。

このような矛盾した既成概念と科学的な事実が並立しており、スギに関しての謎が生まれている。したがって、我々の研究成果がこのような状況を明らかにする手だてを提供できるものではないかと考えている。

日本列島におけるスギの分布状況と針葉の形態変化について

天然生スギの分布 (地域品種 (斜線印))

- | | |
|--------------|--------------|
| 1. アジガサワスギ | 13. ハンバラスギ |
| 2. オオシュクスギ | 14. イトシロスギ |
| 3. アキタスギ | 15. ムマイスギ |
| 4. トウドウスギ | 16. アシウスギ |
| 5. チョウカイムラスギ | 17. シノウスギ |
| 6. ヤマノウチスギ | 18. オキノヤマスギ |
| 7. マキノサクスギ | 19. エンドウスギ |
| 8. ホンナスギ | 20. ハチロウスギ |
| 9. ムラスギ | 21. ヨシノスギ |
| 10. クマスギ | 22. ヤナセスギ |
| 11. タテヤマスギ | 23. ヤクスギ |
| 12. ハクサンスギ | 24. オニノメヤマスギ |



栽培品種 (○印)

- | | |
|-----------------|--------------|
| (1) サンプスギ | (17) ニュウカワスギ |
| (2) 福田孫多のクローン品種 | (18) タネスギ |
| (3) ムラスギ | (19) シロスギ |
| (4) クマスギ | (20) シノハラ |
| (5) ボカスギ | (21) トミスギ |
| (6) リョウウスギ | (22) オキノヤマスギ |
| (7) ベッシュスギ | (23) エンドウスギ |
| (8) マスヤマスギ | (24) タナミスギ |
| (9) カワイダニスギ | (25) ハチロウスギ |
| (10) カネミダニスギ | (26) イチキスギ |
| (11) タテイシスギ | (27) オキスギ |
| (12) ミズミスギ | (28) アヤスギ |
| (13) ヘコサンスギ | (29) ホンスギ |
| (14) ハッタスギ | (30) ヤブクグリ |
| (15) イチナミスギ | (31) メアサ |
| (16) イトシロスギ | (32) オビスギ |

図1 天然生スギの分布と地域品種、栽培品種の分布 (大庭喜八郎⁽¹⁾より引用)

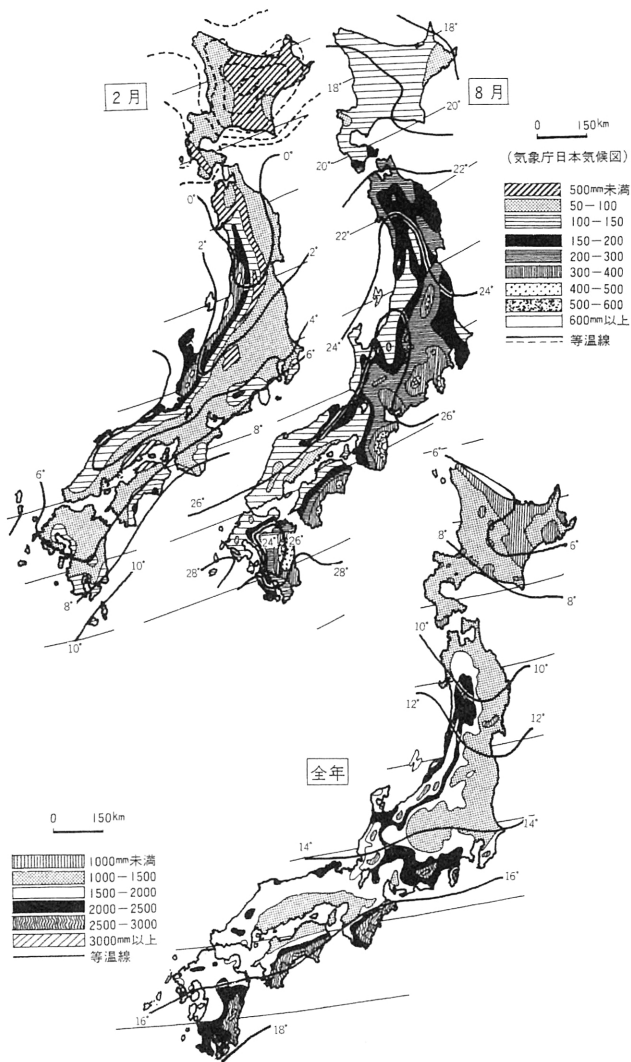


図2 日本列島の気温と降水量 (気象庁日本気候図)

3. 九州のスギについての調査

平成20年7月23日～26日（3泊4日）に宮崎県日南市にある飫肥杉を調査した。飫肥杉は、初代飫肥藩主である伊東祐兵（いとうすけたか）が17世紀初めに窮乏する財政を立て直すために植林したのが始まりとされ、約400年の歴史がある。宮崎県日南市北郷町北河内にある三ツ岩材木遺伝資源保存林（標高330m、南東斜面5ヘクタール）には、樹齢130年の杉が残されている。「アカ」「トサグロ」「アラカワ」といった九州地域に現在見られる飫肥杉はすべて、挿し木で増やされたものである。九州地方では、おそらく天然生のスギはすべて伐採されたため消滅したものと考えられるが、宮崎県東臼杵郡北方町の渡瀬国有林内には鬼の目山材木遺伝資源保存林があり、1985年の宮崎大学の調査により、林内に生育するスギは天然性であると報告され、「鬼の目杉」として知られている。

塚田松雄¹⁰⁾は花粉分析の結果から、九州のスギは第4紀更新世の最終氷期最盛期（約25,000年～約15,000年前）以前にその姿を消し、完新世晩氷期を経て、後氷期 R III a 末期（約4,500年～1,500年前）まではスギはなかったが、R III b 期（約1,500年前以降）になると、ほとんど同時に九州各地で見られるようになったと述べている。この理由として、「人間の意図的な植林なしには考えられない。すなわち、九州の R III b 期にみられるスギは、（おそらく）本州からもたらされたものであろう。」としているが、本州からではなく屋久島から来た可能性があげられる。

事実、江戸時代の三大農学者の一人である大蔵永常著「広益国産考」（1859）に、「今から百五、六十年前に屋久島から採集した杉の種を吉野郡に播いて、苗を仕立てた」と書かれていることから、現在のオモテスギが屋久島から16世紀には持ち込まれたものと考えられる（龍谷大学の江南和幸教授からの教示による）。

したがって、現在九州各地に見られるほとんどの杉林は400年前から各藩で植林されたものであると考えて良さそうである。

4. オモテスギに関する調査

オモテスギの典型的なスギとして、400年前に植林された奈良県吉野郡川上村下多古に生育している吉野杉を選び、平成20年5月2日に川上村役場の許可を得て調査を実施した。「歴史の証人」とよばれる地域に生育する最大のスギの樹の樹高は51.1m、幹周は5.42mで、隣接する調査木の樹高は38.4m、幹周3.95mであった。土地の傾斜は東勾配が30°～35°、歴史の証人地域の最大のスギと調査木のスギとは斜面距離で36m離れていた。杉の種取り名人である杉本充氏に依頼して、調査木の上部、中部、下部から杉針葉をサンプリングした。そのサンプルについて解析した結果を報告したい。以下、このスギを吉野大杉と呼ぶ。

4-1 吉野大杉の針葉断面の調査結果

吉野杉は、1 haあたり10,000本前後の苗を密植するため、自然落枝をし、すらっとした幹を得るのに適している。幹の上への伸長は著しく、樹高は高いが、肥大生長は緩やかで、年輪の密な極めて良質の材が得られる。

今回サンプリング及び測定に用いた吉野杉は、奈良県川上村下多古の「歴史の証人一下多古の森一」にある大杉（幹周5.42m、樹高51.1m、樹齢380年）のすぐ隣の大杉（幹周3.95m、樹高38.4m）で、同年代の植樹とされているものである（測定は宮本氏による）。この杉の枝下は地上から21.5mで、樹高の2分の1より上である。調査地点は標高約600mの北向き斜面である。

2008年5月3日にサンプリングを行った。サンプリングは、杉の種取り名人杉本充氏と「森と水の源流館」の皆さんのご協力で行った。

枝葉の採集は樹冠上部Ⅰ（地上から35.7m）、中上部Ⅱ（地上から30.2m）、中下部Ⅲ（地上から25.2m）の3段階の高さに分けて行い、それぞれ東西南北の4方向に出る枝を採集した。この吉野杉は下部の枝は自然落枝しており、枝下高は樹高でいうと真ん中より上部である。したがって、樹冠中下部（Ⅲ）といっても、他の地域の杉でいうと中部より上に相当する。

こうして、得られた材料を、これまで行ってきた方法を検討した改良法で測

定した。その結果、スギの枝葉、針葉の形態が、上部から下部にかけて著しく変化し、また方位によっても小さくない変化をすることがわかった。このような成果は、今後の杉研究にとって重要な新知見をもたらすとともに、各地のスギの針葉断面の形態比較にとって、基礎的な資料となる。

4-2 今回用いた新しい方法

(1) 新しい方法の開発とその意義

2008年度の研究報告「京都北山におけるアシウスギとオモテスギの分布調査」で示したデジタルノギスを用いた測定法¹⁾は、生葉で測定をするものであるが、この方法は時間の経過とともに水分を失い、針葉の変形が進行するという問題点を含んでいた。前年枝の春～秋の伸長部全域から30本の針葉を測定したため、針葉の大きさに差があり、ばらつきが大きかった。また、針葉30本を取りづらい前年枝もあるなど問題があった。加えて、ノギスで針葉の変形を起こさないように挟み測定することには、かなりの熟練を要するため、だれもができる方法、いつでも測定できる方法を検討し、改善した。

新しい方法は、採取された枝葉をすみやかにアルコールで保存し、その針葉を用い、1本の前年枝につき中央部の針葉を6本選んで、ニワトコの芯を用いて、針葉中央部の切片を切り出し、実体顕微鏡下で針葉中央断面の縦長と横長を測定するものである。そして、これを5本の前年枝について行い、合計30のデータを得るものである。この方法では、アルコール漬けで固定されているため、いつでも測定ができる。また、針葉は生葉のときと同じ状態で変形がみられないので、針葉中央の切片が極めて正確に得られる。測定も実体顕微鏡下で行うため、精確である。樹脂が抜け、切片がピンセット、柄付針にくっつかず、扱いやすい。予備の枝葉を用いても差の少ないデータがえられ、再現性が担保されている。

したがって、今回の方法は、だれにもできる方法で、個人差がなく、しかも精確といえる。

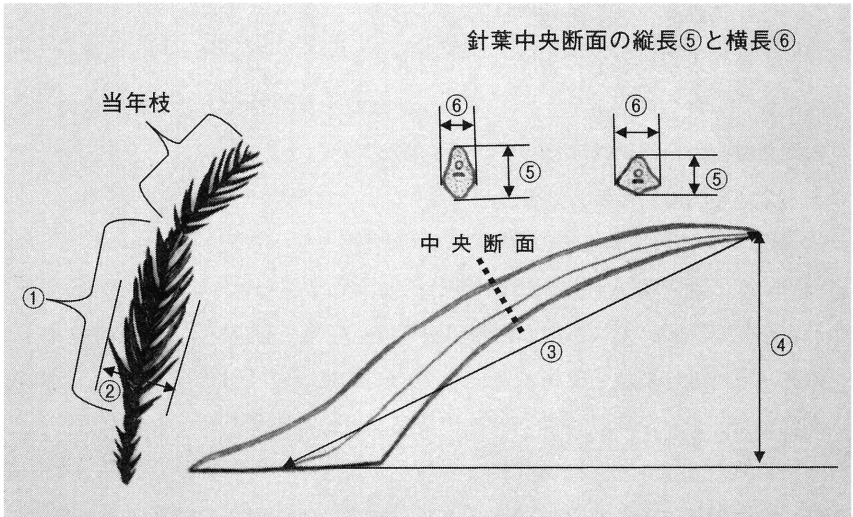


図3 スギ枝・針葉の測定部位

(2) 新しい測定法の手順

1. 枝葉を上部・中部・下部に分け、さらに、方角を確認し、サンプリングする。
2. 枝葉は即80%エタノールに漬ける。
3. 測定の手順
 - a. エタノール漬けから枝葉を取り出し、前年枝の長さ (①)、幅 (②) を測定する。
 - b. 前年枝中央の針葉の長さ (③) と先端の高さ (④) を測定する。
 - c. ニワトコの芯に柄付針で穴を開け、この針葉を先端を奥にして、入れる。
 - d. カミソリで、針葉の中央手前から切片をつくる。厚さは、0.3mm ぐらいにそろえる。
 - e. 残した針葉の先端の長さを測定する。これに、切片の厚みを足すなどして、中央の切片を特定する。
 - f. 0.1mm 方眼付スライドガラスの上に切片を載せ、実体顕微鏡下で、針葉中央断面切片の縦長と横長を測定する。

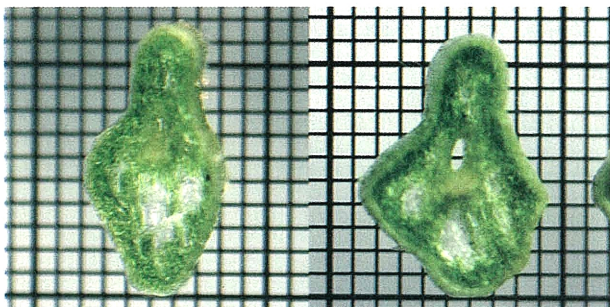
日本列島におけるスギの分布状況と針葉の形態変化について

- g. c から f の作業を、1 本の前年枝についた 5 本の針葉について行う。
- h. 以上の操作を 6 本の前年枝について行い、合計 30 のデータを得る。そして、平均値、最大値、最小値、標準偏差などを求める。
- i. 測定する形質は、①前年枝の春～秋伸長部の長さ、②前年枝の春～秋伸長部の最大幅 [mm]、③針葉の基部－先端間距離 [mm]、④針葉の先端の高さ [mm]、⑤針葉中央断面の縦長^{タテチョウ} [mm]、⑥針葉中央断面の横長^{ヨコチョウ} [mm]、⑦針葉中央断面の型、の 7 つである。

(3) 生葉の針葉中央断面のいろいろな型

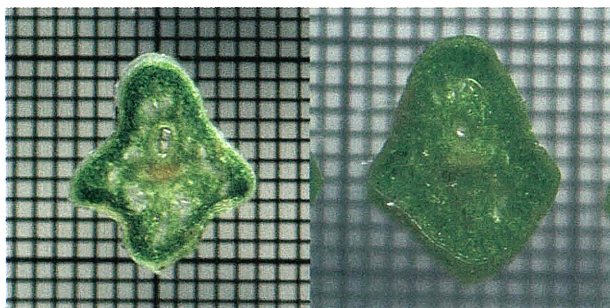
A型

B型



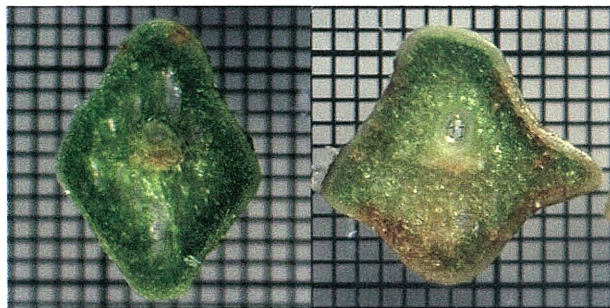
C型

D型



E型

F型



*方眼1目盛りは、 $100\mu\text{m}$ (0.1mm) である。

<各型の特徴>

スギ針葉の中央部断面の型を調べると、次の6型が区分された。それぞれの生葉での写真を示すとともに、以下に特徴を記す。

A型：縦長で左右の出っ張りが弱い。サンプル：滋賀県海津神社（下部針葉）。

B型：縦長で左右のやや角ばった出っ張りがめだつ。サンプル：滋賀県海津神社（下部針葉）。

C型：縦長のことが多いが、ときに横長になることもある。4方向の出っ張りは丸みがあるが、上下方向に比べ、左右方向が狭い。サンプル：海津神社スギ（上部針葉）。

D型：楕円形から円形にちかくなるもので、左右の出っ張りが短い。サンプル：京都市左京区久多のスギ（若い個体）。

E型：縦長の菱型に近い形となるもの。出っ張り間の窪みがほとんどないもの。サンプル：京都市左京区久多のスギ（若い個体）。

F型：上下の出っ張りが広い丸みを帯びるのに対して、左右の出っ張りがしばしば鋭角になるもの。サンプル：富山県杉沢のスギ。

○A～E型はオモテスギに、F型はアシウスギ（ウラスギ）（富山県杉沢、鍋谷山産）とされるものに見られる。杉沢では、A～Eの型も混在することから、オモテスギがかなり入っているものと推測される。

○下枝の針葉はA、Bの葉をもつ。若い個体には、D型やE型も見られる。

○大木の林冠上部の針葉はC型の葉をもつ。C型の横長型はときにF型に類似することがある。

表1 測定表

スギ枝・針葉7形質の測定表					前年枝の 春～秋伸長部		針 葉					
枝 NO	採集部位	スギの系統 ・品種	産地	採集年月日 ・採集者	長さ [mm]	最大幅 [mm]	測定針葉NO	其部・先端間 距離 [mm]	先端の高さ [mm]	中央断面縦長 [mm]	中央断面横長 [mm]	中央断面の型 (A～F)
①							1					
							2					
							3					
							4					
							5					
							6					
②							1					
							2					
							3					
							4					
							5					
							6					
③							1					
							2					
							3					
							4					
							5					
							6					
④							1					
							2					
							3					
							4					
							5					
							6					
⑤							1					
							2					
							3					
							4					
							5					
							6					
測定者：				最小								
測定日：				最大								
				平均値								
				標準偏差								

II. 測定結果

表2 前年枝の春～秋伸長部の長さ、最大幅

	I - 西		I - 北		I - 東		I - 南	
	春～秋部の長さ [mm]	最大幅 [mm]	春～秋部の長さ [mm]	最大幅 [mm]	春～秋部の長さ [mm]	最大幅 [mm]	春～秋部の長さ [mm]	最大幅 [mm]
合計	147	27.8	126	25.4	161	30	141	30
個数	5	5	5	5	5	5	5	5
最大	32	6.3	31	5.5	35	6.5	30	6.5
最小	27	5.1	20	4.6	31	5.5	27	5.5
平均値	29.4	5.5	25.2	5.5	32.2	6.0	28.2	6.0
標準偏差	2.07	0.466	4.08	0.426	1.64	0.412	1.09	0.412
	II - 西		II - 北		II - 東		II - 南	
	春～秋部の長さ [mm]	最大幅 [mm]	春～秋部の長さ [mm]	最大幅 [mm]	春～秋部の長さ [mm]	最大幅 [mm]	春～秋部の長さ [mm]	最大幅 [mm]
合計	1172	32.6	149	28.4	168	28.0	184	29.3
個数	5	5	5	5	5	5	5	5
最大	36	7.0	31	6.3	36	6.3	40	6
最小	33	6.0	28	5.3	31	5.2	31	5.5
平均値	34.4	6.5	29.8	6.5	33.6	5.6	36.8	5.8
標準偏差	1.14	0.383	1.30	0.376	1.94	0.452	4.08	0.207
	III - 西		III - 北		III - 東		III - 南	
	春～秋部の長さ [mm]	最大幅 [mm]	春～秋部の長さ [mm]	最大幅 [mm]	春～秋部の長さ [mm]	最大幅 [mm]	春～秋部の長さ [mm]	最大幅 [mm]
合計	195	30.4	183	28.3	169	34.5	197	34.5
個数	5	5	5	5	5	5	5	5
最大	43	6.4	42	6	36	7.3	42	7.3
最小	35	5.5	34	5.3	31	6.5	38	6.5
平均値	39.0	6.0	36.6	6.0	33.8	6.9	39.4	6.9
標準偏差	3.08	0.356	3.43	0.328	1.92	0.400	1.67	0.400

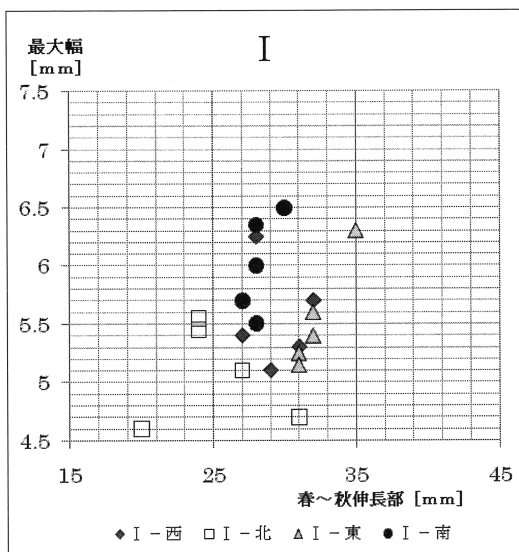


図4 前年枝の春~秋伸長部の長さと同幅

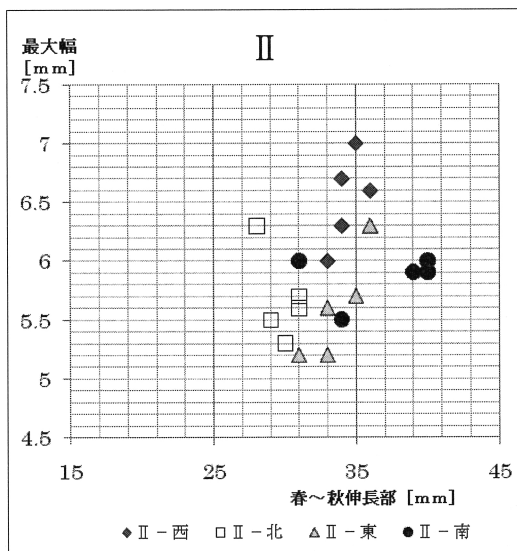


図5 前年枝の春~秋伸長部の長さと同幅

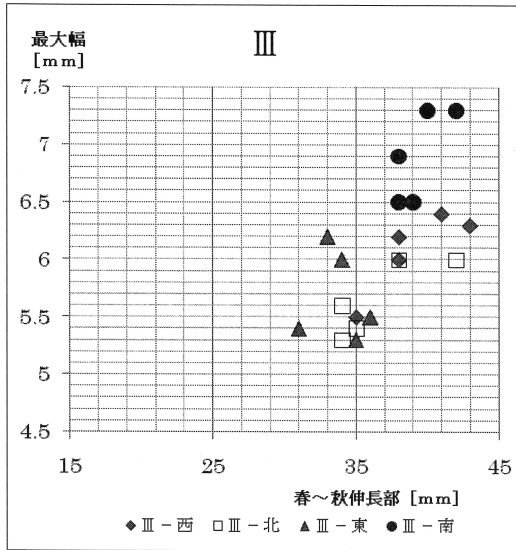


図6 前年枝の春～秋伸長部の長さ と 最大幅

- ① 春～秋伸長部は、北側が短く、最大幅も小さい。最大幅は、西側と南側でやや大きくなる傾向がある。
- ② 高さがⅠ→Ⅱ→Ⅲと下がるにつれ、春～秋伸長部の長さ と 最大幅が大きくなる。吉野杉は、下部に枝を欠くため、全体としてはコンパクトで端正な枝葉・針葉をつける特徴がある。しかし、最上部から中部にかけて、次第に大きな枝葉や針葉をつける傾向が認められる。

表3 針葉の基部・先端間距離、先端の高さ

	I - 西		I - 北		I - 東		I - 南	
	春～秋部の長さ [mm]	最大幅 [mm]	春～秋部の長さ [mm]	最大幅 [mm]	春～秋部の長さ [mm]	最大幅 [mm]	春～秋部の長さ [mm]	最大幅 [mm]
合計	192.7	59.3	165.3	61.3	205.4	67.4	178.2	67.4
個数	30	30	30	30	30	30	30	30
最大	6.9	2.8	6	2.5	7.4	3	6.3	3
最小	6	1.1	4.7	1.4	6.3	1.8	5.6	1.8
平均値	6.42	1.97	5.51	1.97	6.84	2.24	5.94	2.24
標準偏差	0.229	0.431	0.356	0.289	0.248	0.270	0.186	0.270

	II - 西		II - 北		II - 東		II - 南	
	春～秋部の長さ [mm]	最大幅 [mm]	春～秋部の長さ [mm]	最大幅 [mm]	春～秋部の長さ [mm]	最大幅 [mm]	春～秋部の長さ [mm]	最大幅 [mm]
合計	209.6	77.3	193.4	66.2	208.8	66.5	211.5	66.5
個数	30	30	30	30	30	30	30	30
最大	7.5	3.2	6.8	3	7.5	3	7.8	3
最小	6.6	2.0	5.9	1.7	6.5	1.6	6.3	1.6
平均値	6.98	2.57	6.44	2.57	6.96	2.21	7.05	2.21
標準偏差	0.243	0.353	0.212	0.341	0.330	0.363	0.473	0.363

	III - 西		III - 北		III - 東		III - 南	
	春～秋部の長さ [mm]	最大幅 [mm]	春～秋部の長さ [mm]	最大幅 [mm]	春～秋部の長さ [mm]	最大幅 [mm]	春～秋部の長さ [mm]	最大幅 [mm]
合計	232.7	66.2	222.2	61.3	209.7	66.5	230.2	66.5
個数	30	30	30	30	30	30	30	30
最大	8.6	3.2	7.9	2.7	7.5	3.0	8.4	3.0
最小	7.1	1.2	6.6	1.6	6.2	1.6	7.0	1.6
平均値	7.75	2.20	7.40	2.20	6.99	2.21	7.67	2.21
標準偏差	0.444	0.447	0.330	0.287	0.286	0.363	0.377	0.363

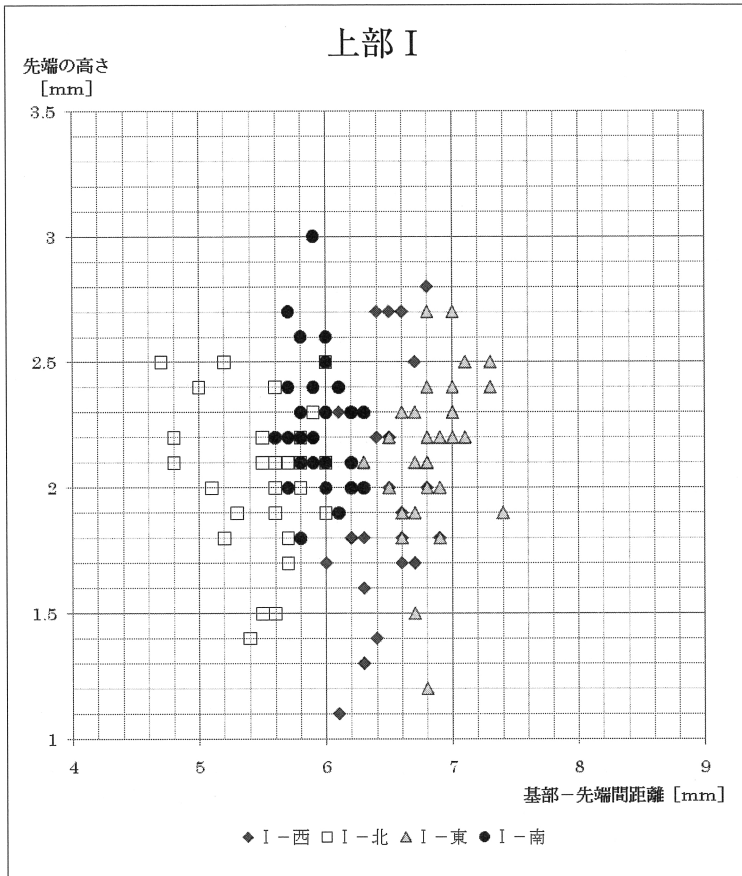


図7 上部 I に於ける針葉基部-先端間距離と先端の高さ

- ①基部-先端間の距離は4.7-7.4mm で、先端の高さは3.0mm 以下である。方位別大ききの順は、東>西>南>北の順である。基部-先端間の距離は東側で大きく、北側で小さい。
- ②先端の高さは、南側でやや大きい。

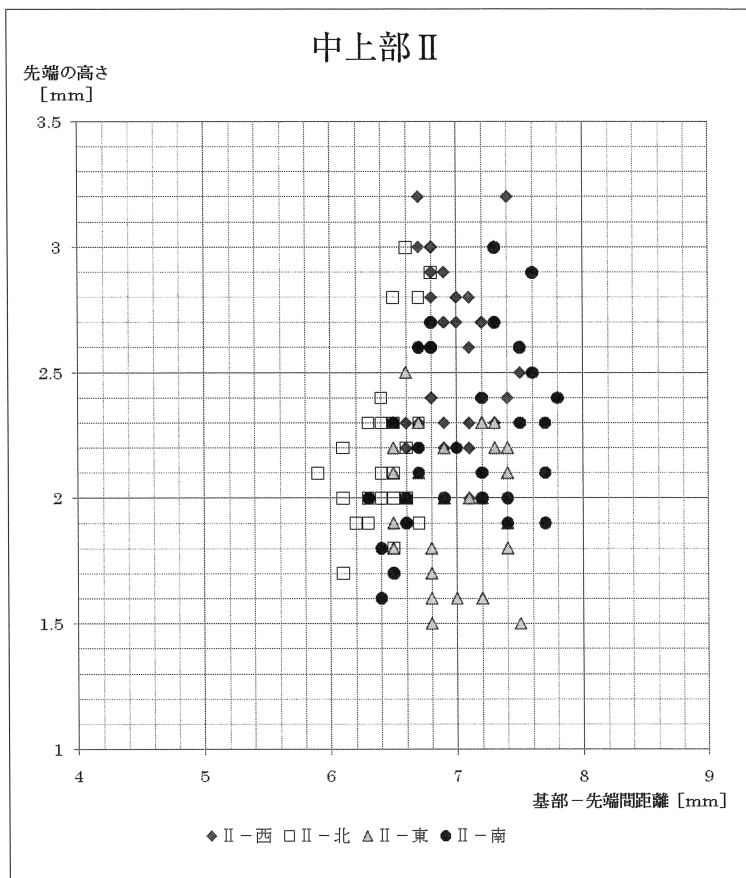


図8 中上部Ⅱに於ける針葉基部-先端間距離と先端の高さ

- ①基部-先端間の距離は5.9-7.8mmで、先端の高さは3.2mm以下である。方位別大きさの順は、南>東>西>北の順である。基部-先端間の距離は南側で大きく、北側で小さい。
- ②先端の高さは、東側がとくに小さい。

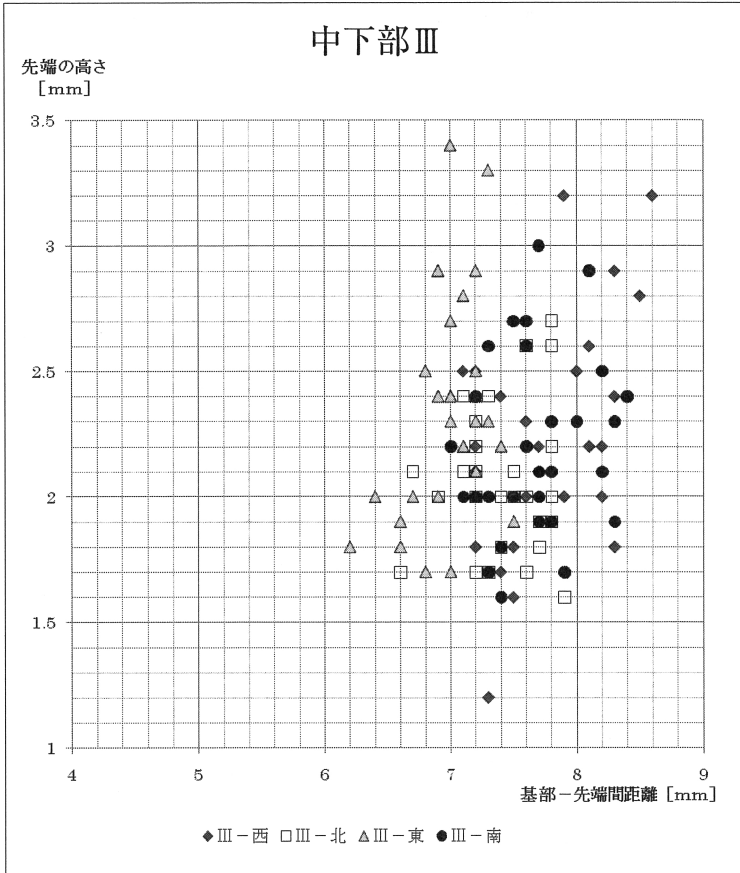


図9 中下部Ⅲに於ける針葉基部-先端間距離と先端の高さ

- ①基部-先端間の距離は6.2-8.6mm で、西側・南側で大きく、東側で小さい。大きさの順は、西>南>北>東の順である。枝のつく位置の高さでみると、Ⅲ>Ⅱ>Ⅰとなる。
- ②先端の高さは3.4mm 以下である。枝のつく位置の高さでみると、Ⅲ>Ⅱ>Ⅰとなる。

表4 針葉中央の横長と縦長

	I - 西		I - 北		I - 東		I - 南	
	針葉 横長	針葉 縦長	針葉 横長	針葉 縦長	針葉 横長	針葉 縦長	針葉 横長	針葉 縦長
合 計	24.49	24.43	23.35	21.95	25.73	23.89	25	23.89
個 数	30	30	30	30	30	30	30	30
最 大	0.92	0.91	0.84	0.84	0.92	0.88	0.92	0.88
最 小	0.74	0.73	0.71	0.69	0.8	0.68	0.74	0.68
平 均 値	0.816	0.814	0.778	0.8143	0.857	0.796	0.833	0.796
標 準 偏 差	0.0419	0.0468	0.0329	0.0325	0.0333	0.0484	0.0426	0.0484

	II - 西		II - 北		II - 東		II - 南	
	針葉 横長	針葉 縦長	針葉 横長	針葉 縦長	針葉 横長	針葉 縦長	針葉 横長	針葉 縦長
合 計	23.83	23.98	22.37	22.93	24.19	24.36	23.35	24.36
個 数	30	30	30	30	30	30	30	30
最 大	0.87	0.86	0.8	0.83	0.89	0.88	0.84	0.88
最 小	0.76	0.73	0.68	0.7	0.73	0.75	0.72	0.75
平 均 値	0.794	0.799	0.745	0.799	0.806	0.812	0.778333	0.812
標 準 偏 差	0.024023	0.030278	0.034609	0.034309	0.044759	0.025918	0.035534	0.025918

	III - 西		III - 北		III - 東		III - 南	
	針葉 横長	針葉 縦長	針葉 横長	針葉 縦長	針葉 横長	針葉 縦長	針葉 横長	針葉 縦長
合 計	22.77	24.77	22.97	21.46	26.03	25.87	24.58	25.87
個 数	30	30	30	28	30	30	30	30
最 大	0.81	0.9	0.84	0.84	0.94	0.95	0.9	0.95
最 小	0.68	0.76	0.7	0.71	0.81	0.8	0.77	0.8
平 均 値	0.759	0.825	0.765	0.825	0.867	0.862	0.819	0.862
標 準 偏 差	0.0291	0.0377	0.0343	0.0372	0.0365	0.0396	0.0349	0.0396

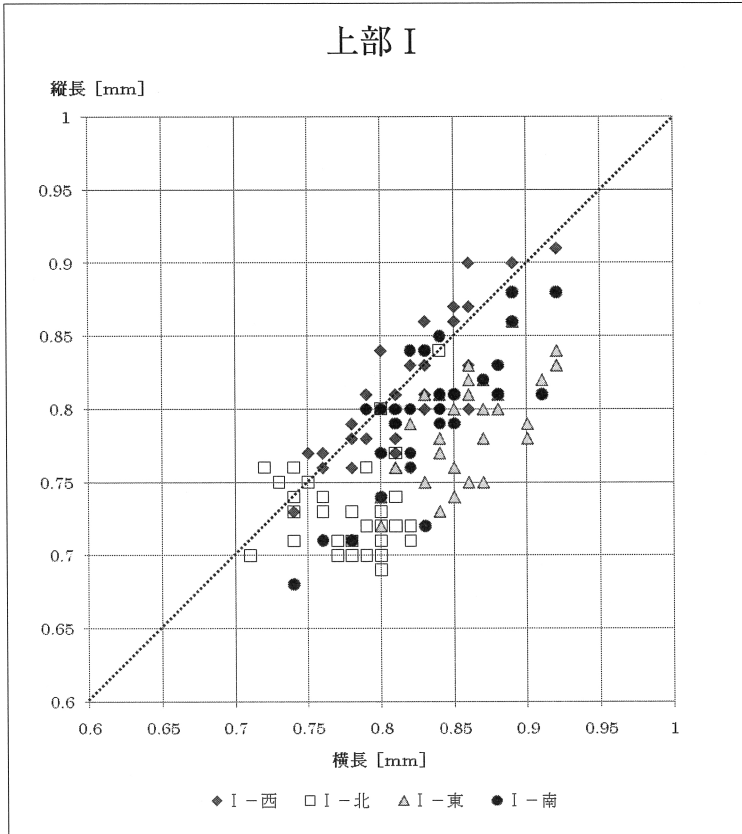


図10 上部 I に於ける方位による比較

- ①全体としては、横長のものが多い。
- ②東側の枝では測定値のすべてが横長である。これに対して、西側の枝では、縦長のもが多く、横長、縦長ともに大きいものが多い。南側の枝ではほとんどが横長で、横長と縦長の間にはやや強い正の相関が認められ、広い変異域を示す。北側の枝では、ほとんどが横長であるが、横長、縦長ともに小さいものも多く、横長と縦長の間の相関は弱い。

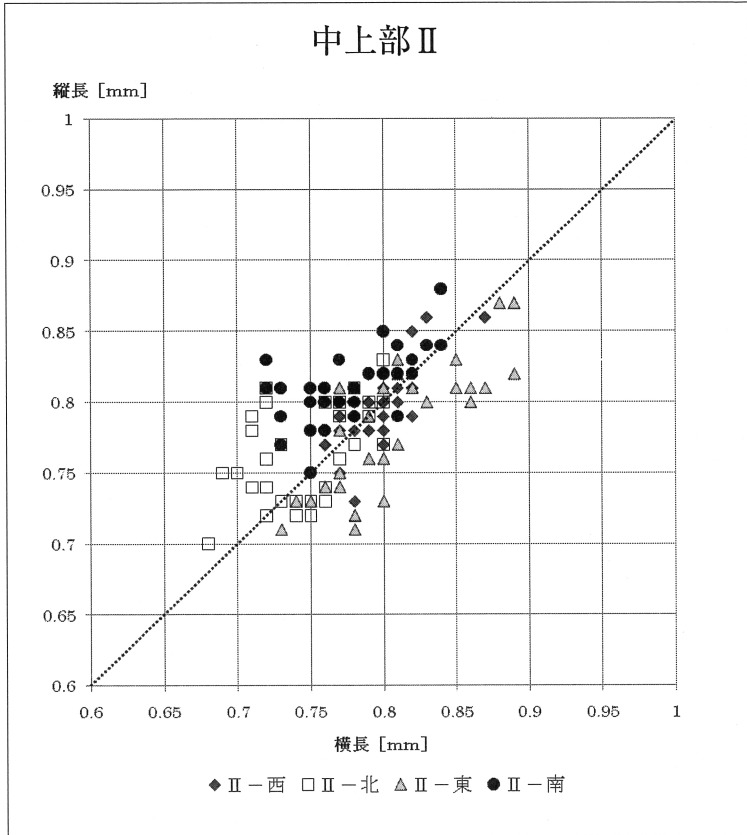


図11 中上部Ⅱに於ける方位による比較

- ①全体としては、縦長のものがやや多い。Iに比べ、縦長にシフトしている。
- ②東側の枝では測定値の大部分が横長である。これに対して、西側の枝では、横長、縦長相半ばする。南側の枝ではほとんどが縦長で、Iの場合と対照的である。北側の枝では、縦長のものがやや多くなる。

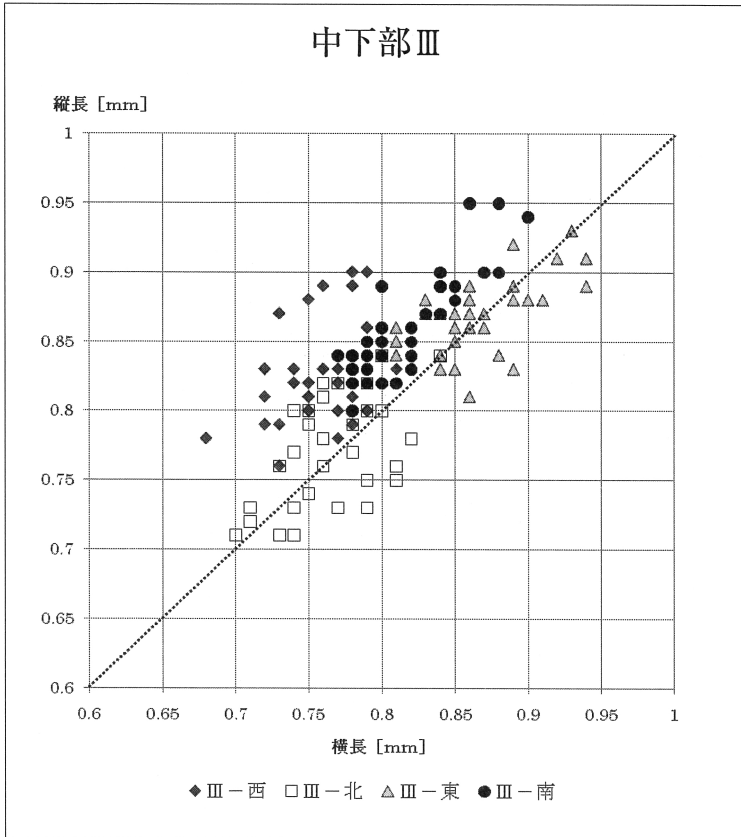


図12 中下部Ⅲに於ける方位による比較

- ①全体としては、縦長のものが多い。Ⅰ→Ⅱ→Ⅲと明らかに縦長にシフトしている。
- ②南側の枝では測定値のすべてが縦長で、Ⅰでほとんどが横長であるのと対照的である。西側の枝でも、測定値のすべてが縦長である。南側と西側とを比較すると、横長、縦長とも南側の方がやや大きい。東側と北側の枝では縦長：横長=1：1を中心に変異域があり、東側の枝の方が横長、縦長ともに明らかに大きい。

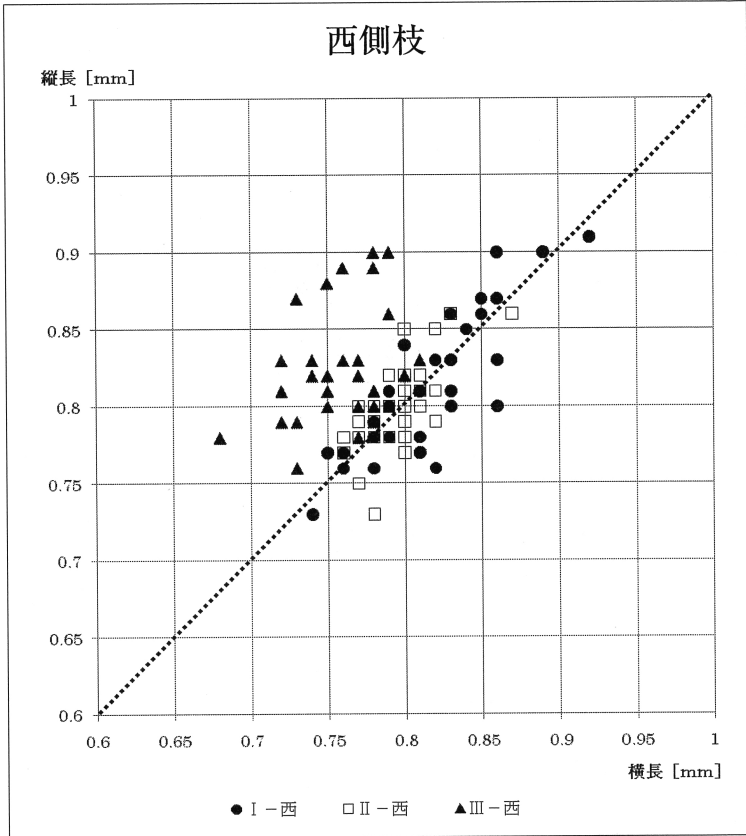


図13 西側枝に於ける高さによる比較

○ I、II では、縦長と横長ほぼ半々混在し、III ではすべてが縦長である。

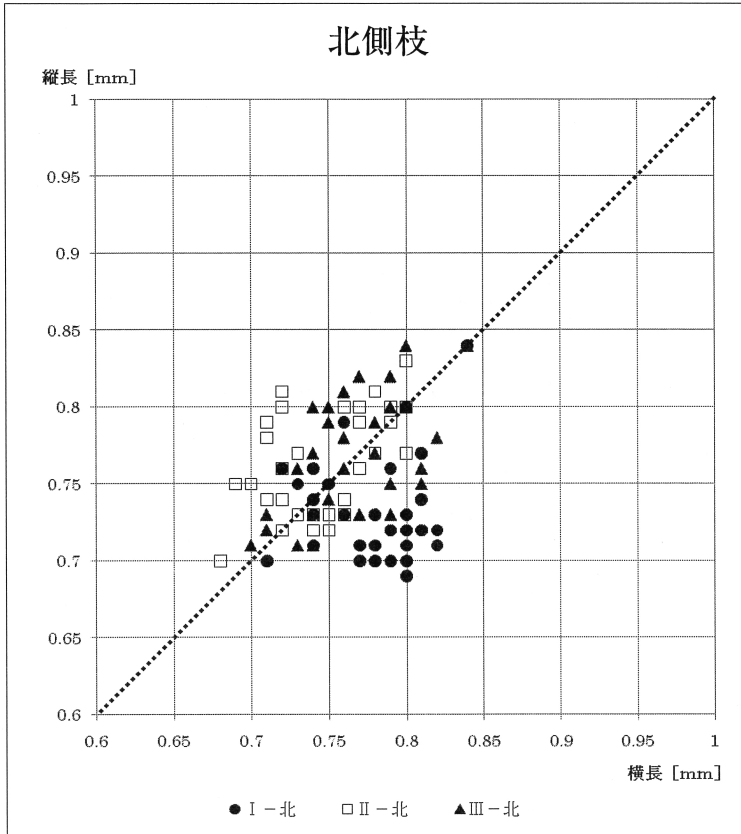


図14 北側枝に於ける高さによる比較

○Iでは、大半が横長である。IIとIIIでは、横長と縦長が混在する。全体として、東西南北の中で最も狭い変異域を占める。

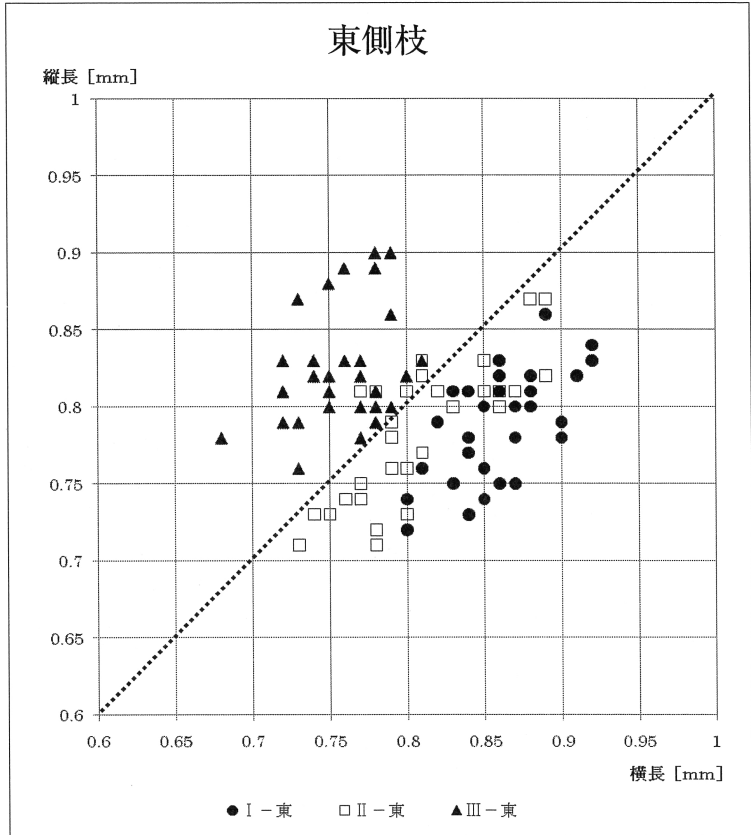


図15 東側枝に於ける高さによる比較

○Iでは、すべてが横長である。IIではほとんどが横長に、IIIでは測定値のすべてが縦長になっている。I→II→IIIと下がるにつれ、縦長から横長へと針葉断面の形が変化する様子が認められる。

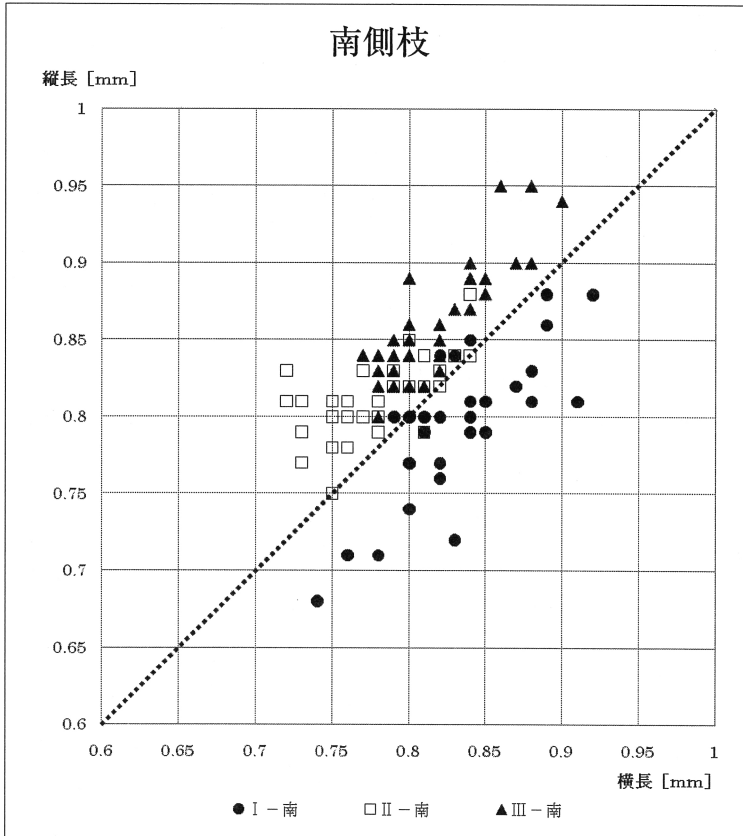


図16 南側枝に於ける高さによる比較

○Iでは、ほとんどが横長である。これに対して、IIではほとんどが縦長に、IIIでは測定値のすべてが縦長になっている。

5. 考察

川上村の吉野大杉の前年枝の春～秋伸長部は、北側が短く、最大幅も小さい。最大幅は、西側と南側でやや大きくなる傾向がある。高さがⅠからⅢへと下がるにつれ、春～秋伸長部の長さとも最大幅が大きくなる。このように、最上部から中部にかけて、次第に大きな枝葉（図3の①、②）や針葉をつける傾向が認められる。

吉野大杉の基部－先端間の距離は4.7-7.4mmで、先端の高さは3.0mm以下と非常に小さな針葉をつける。

吉野大杉の針葉中央部断面の形態の型は、C型である。C型にも縦長のもので横長のものであり、1本の枝の針葉にも両者は混在する。吉野大杉以外のオモテスギでは、下枝になるにつれ、縦が長くなりB型やA型が現れるが、吉野大杉では下枝がないためC型のみでA型やB型は現れない。

北側と南側を比較すると、Ⅰ～Ⅲを通じて、いずれも南側が縦横ともに大きい葉をつけていることが判明した。

樹幹上部Ⅰでは北側と南側の差は小さく、Ⅱ、Ⅲと下がるにつれ、北側と南側の差は大きくなる。これは、樹幹上部は相対照度に差があまりなく、Ⅱ、Ⅲでは、周辺の木、及び自らの枝葉が影響し、方角によって大きな照度差が生じているためと思われる。

北側では縦長、横長ともにⅠ～Ⅲと下がるにつれて少し小さくなる。南側では、縦長はⅠ～Ⅲと下がるにつれて大きくなるが、横長はⅢで最大でⅡで最小となる。

吉野大杉の前年枝の春～秋伸長部は短く、最大幅も狭い。針葉も短い。これらは、吉野杉が密植された結果、自然落枝を促す施業方法にその原因はあると思われる。吉野大杉の針葉断面の縦長と横長の変異は極めて小さいのは、こうした施業方法によるものと考えられる。これまでのデジタルノギスを用いた測定方法でも、オモテスギの下部枝の針葉と上部枝の針葉とでは顕著な差異が生じており、上部の針葉は、しばしば、C型の横長のものになることが判明して

いた。

以上、今回奈良県吉野郡川上村にある吉野大杉の調査により、樹幹上部～下部、東西南北によって、スギ枝・針葉の大きさや形態は変化することが今回の調査で初めて明らかとなった。

したがって、厳密なスギ針葉の比較のためには、測定に用いた枝葉がどの高さ、方位のものであるかを明らかにする必要がある。今回明らかにした、吉野大杉の詳細な測定は、今後の各地における各品種、系統の針葉形態の比較研究に新たな手法を提供することになる。

6. 天然生アシウスギに関する調査結果

京都市内にあるいくつかの天然生と言われているアシウスギについて調査した。

平成20年8月2日、佐々里峠から登り、小野村割岳（京都府南丹市美山町、標高971.5m）に生育する天然生株立のアシウスギを調査した。これらの杉は一見すると巨大なアシウスギのように見えるが、驚いたことにそのほとんどのものが杉の単木ではなくて、ヒノキやヤマグルマ等の木と合体した合体木であった。

さらに、10月13日には、地藏峠から登り、八宙山山頂（京都府南丹市美山町芦生、標高872m）付近にある天然生アシウスギを調査した。この場合も、株立アシウスギと呼ばれているスギは明らかにヒノキなどと合体したもので単木ではなかった。

したがって、今回の調査から、従来からいわれている天然生アシウスギにはヒノキや何本かのスギが合体して株立ちしているように見えるものが含まれていることが明らかとなった。このことから杉の木の外観だけでアシウスギとみなすことには大いに問題があることがわかったので、今後は現地調査をして伏条台杉と呼ばれている天然生スギについては再検討する必要がある。

7. おわりに

今回の典型的なオモテスギである推定樹齢400年の吉野杉での計測結果から次のような結論が得られた。

- 1) 上部の針葉断面は縦横比が横長から、1 : 1の比まで分布すること。
- 2) 中部の針葉断面では、縦横比が1 : 1から縦長に分布すること。
- 3) 枝の方位によりスギ針葉の断面の比が異なること。

したがって、スギの針葉の形態の計測では、スギの木の中のどの部分の針葉を用いたかで結果が異なることが明らかとなった。このような問題点は従来の研究報告では全く指摘されてこなかったことであり、今後の調査研究ではしっかりと押さえておかなければならない点である。

今後は、京大芦生研究林内に保存されたアシウスギについて調査する予定である。

また、伏条台杉と呼ばれているアシウスギの何本かは、今回の現地調査で明らかに違う樹種あるいは同じスギが長年月に合体して成立したものであることが明らかとなった。

また、高知県の魚梁瀬国有林の天然性スギでも合体木と思われるものがある。

謝辞：樹高38メートルもある吉野大杉に登り、スギの針葉サンプルを採集して頂いた木登り名人、杉本充氏並びに森と水の源流館館長、辻谷達雄氏を始め、川上村役場の関係者に厚く御礼申し上げる。

なお、この研究は平成20年度の京都女子大学宗教・文化研究所の共同研究によるものである。

文献

- 1) 高桑進、米澤信道、網本逸雄、宮本水文、宮野純次 (2009) 京都北山におけるアシウス

日本列島におけるスギの分布状況と針葉の形態変化について

ギとオモテスギの分布調査～杉の針葉の新しい計測法の開発～ 京都女子大学宗教・文化研究所『研究紀要』22,17-42

- 2) 高原光 (1998) 図説 日本植生史 朝倉書店 p.207-223
- 3) 本田静六 (大正11年) 日本森林植物帯論 p.195
- 4) 林弥生 (1951) 日本産主要樹種の天然分布 (スギの天然分布概説) 林業試験場研究報告 48,146-168
- 5) 宮島寛 (1989) 九州のスギとヒノキ 九州大学出版
- 6) 吉良竜夫他 (1958) 生物地理 朝倉書店
- 7) 村井三郎 (1947) 東北地方の主要造林樹種と変種問題 国土建設造林技術講演集 青森林友会 p.131-151
- 8) 中井猛ノ進 (1941) 植物学ヲ学ブモノハ一度ハ京大ノ芦生演習林ヲ見ルベシ 植物研究雑誌17 p.277
- 9) 遠山富太郎 (1976) スギのきた道 中公新書
- 10) 塚田松雄 (1980) 杉の歴史：過去1万五千年間 科学50、p.538-546
- 11) 大庭喜八郎 (1996) 日本人が作り出した動植物 裳華房 p.238-245

〈キーワード〉

吉野杉、スギの針葉断面、ウラスギ、オモテスギ、スギの天然分布