

同一林分で生育したスギ品種の心材含水率

河澄, 恭輔
九州大学農学部木材理学講座

小田, 一幸
九州大学農学部木材理学講座

堤, 壽一
九州大学農学部木材理学講座

<https://doi.org/10.15017/23367>

出版情報 : 九州大学農学部学藝雑誌. 46 (1/2), pp.79-84, 1991-10. 九州大学農学部
バージョン :
権利関係 :

同一林分で生育したスギ品種の心材含水率

河 澄 恭 輔・小 田 一 幸・堤 壽 一

九州大学農学部木材理学講座
(1991年7月31日 受理)

Heartwood Moisture Content of Sugi (*Cryptomeria japonica*) Cultivars Grown in a Given Stand.

KYOUSUKE KAWAZUMI, KAZUYUKI ODA and JUICHI TSUTSUMI

Laboratory of Wood Science, Faculty of
Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 812

緒 言

近年、木造建築物の生産システムの変換に伴って、木材への工業的品質管理の導入が求められ、その前提として建築用構造部材の人工乾燥が広く行われるようになってきた。ところが、その過程で、スギ材の乾燥の難しさが問題になり、難しきの理由の1つに、心材の生材含水率が高いこと、特に黒色心材では含水率が高く、乾燥に必要な水分の移動が悪いことが指摘されている(久田, 1990)。

上のような背景もあって、一見すると前時代の研究とも思われがちな生材含水率の研究が、近年に至って再び脚光を浴び始め、スギの生材含水率に関する研究も数多く行われ始めた。すなわち、スギの生材含水率について得られた研究成果によると、①生材含水率は、辺材で高く、白線帯で低いが、心材では含水率が高いものや低いものがあるが普遍性が認められないこと(見尾, 1988; 河澄ら, 1991; 三輪, 1991)、②樹幹横断面内で、放射方向の心材含水率の推移に種々のパターンが認められること(三輪, 1983; 亀井ら, 1988; 藤澤ら, 1989)、③赤色の心材よりも黒褐色の心材で生材含水率が高いこと(矢沢ら, 1956)、④心材の生材含水率と明度との間に負の相関関係が認められること(藤原ら, 1989; 河澄ら: 1991)などが報告されている。しかも、これらの研究成果では、「品種」と「個体」の概念が持ち込まれたものがあることも、十分に考慮しなければならない。

すなわち、品種や個体を異にするとき、スギ心材の生材含水率は大きく異なり、心材色とも関係していることが明らかになっている。しかし、心材の生材含水

率について、品種間と個体間の相違の原因は、いまだに十分に把握できていないのが現状である。したがって、この研究は、同一林分で生育したスギ12品種を対象にして、樹幹胸高部位で心材の生材含水率(以下心材含水率という)を測定し、品種ごとの平均値、品種内のバラツキの程度、およびバラツキの原因を検討した。

この研究を行うにあたり、九州大学粕屋地方演習林の六演習林共同スギ品種試験地から試料の提供を受けた。この試験地の設定と管理を担当されている研究者の方々、ならびに粕屋地方演習林に厚く謝意を表す。

材料および方法

1. 試験木と試料

九州大学粕屋地方演習林に設置されている六演習林共同スギ品種試験地(20年生)の12品種の間伐予定木から、Table 1に示すように、それぞれ15~40本ずつの試験木を選び、胸高直径を測定した。そのあと、1品種につき5本ずつを伐倒し、伐倒した試験木の樹幹胸高部位から厚さ10cmの円板を切り出して、このあとの試料とした。また、伐倒しなかった試験木については、樹幹胸高部位の心材から木工ドリルを使って切屑状の試料を採取した。

なお、用いた試験木は、各品種ともに同一クローンを意味しており、さらに同じ保育を受けて生育している。

2. 心材含水率と温水抽出物の測定

試験木から切り出された円板は直ちに研究室に持ち帰り、円板から試験片を作った。すなわち、放射方向に髄から白線帯の手前までを含み、接線方向に幅約1

Table 1. Number of tested trees and diameter at the breast height.

Cultivar	Number of trees	D. B. H.			
		Min. (mm)	Ave. (mm)	Max. (mm)	Coefficient of variation (%)
Aoshima-arakawa	31	106	153	213	18
Akaba	19	94	120	155	15
Ayasugi	18	103	134	165	12
Hinode	24	92	162	227	24
Iwao	24	105	168	226	21
Kijin	23	98	161	204	16
Kumotooshi	40	111	179	236	17
Measa	18	124	143	187	13
Obiaka	15	116	164	199	17
Urasebaru	22	104	138	190	18
Yaichi	21	123	171	245	19
Yabukuguri	15	128	145	190	12
Total	270	92	156	245	—

Table 2. Green moisture content and hot water extractives of the heartwood for sugi cultivars.

Cultivar	Moisture content			Hot water extractives
	mean (%)	Standard deviation (%)	Coefficient of variation (%)	mean (%)
Aoshima-arakawa	92	15.6	17	5.9
Akaba	59	11.8	20	5.0
Ayasugi	55	8.3	15	5.9
Hinode	76	14.4	19	5.3
Iwao	75	11.0	15	5.8
Kijin	111	23.4	21	6.6
Kumotooshi	157	23.4	15	7.8
Measa	68	15.3	23	5.0
Obiaka	90	24.9	28	5.8
Urasebaru	77	14.3	19	5.4
Yaichi	53	6.4	12	4.9
Yabukuguri	72	14.3	20	6.7
Total	88	36.3	41	5.8

cm, 幹軸方向に厚さ約 2 cm の試験片を切り出したのち、測定に便利な大きさの小ブロックに分割した。小ブロックによって、心材含水率と温水抽出物 (%) を測定した。また、木工ドリルで採取した切屑状試料では、心材含水率の測定のみを行った。

3. 吸水試験

6 品種について、天然乾燥した円板から、心材部分で横断面が 3 cm × 3 cm, 幹軸方向に長さ 8 cm の二方マサ木取りの試験片を作製した。ついで、JIS に準じて、接線面からの 1 面吸水試験を行い、所定の時間ごとに単位面積当たりの吸水量を測定した。なお、心材幅が狭い部分や節が多い部分を選んで実験を行ったの

で、試験片数は 1 品種について 2 ~ 3 個、つまり合計 16 個の試験片で実験結果を得た。

結果と考察

1. スギ品種の心材含水率

Table 2 に、品種ごとの平均心材含水率、標準偏差および変動係数を示す。なお、併せて、品種を区分しない試験木全部についての値も、“Total”として示されている。すなわち、試験木全体では、心材含水率の平均値、標準偏差、変動係数はそれぞれ 88%, 36%, 41% が得られ、心材含水率に極めて大きなバラツキを認める。しかし、品種ごとに分けると変動係数値が小

さくなり、バラツキに改善がみられる。そして、心材含水率の平均値はクモトオシでは157%、キジンでは111%と大きな値を、ヤイチでは53%、アヤスギでは55%と小さな値を示し、品種ごとに固有の心材含水率が存在することが推測できた。

心材含水率のバラツキの程度を表す変動係数は、品種ごとに固有の値が得られ、最小値がヤイチの12%、最大値がオビアカの28%であった。すなわち、ヤイチとオビアカでは、心材含水率のバラツキの程度に差異があるとみることできる。しかし、多くの品種では、後述するように、胸高直径と心材含水率との間に相関関係がみられるので、試験木の胸高直径が異なるとき、心材含水率の平均値、標準偏差および変動係数は幾分の影響を受ける可能性もあろう。そこで、品種ごとに胸高直径が類似の試験木で、変動係数を算出すると、品種ごとに得られる変動係数には、大差が認められなかった。

他方、Table 1 でわかるように、生育の環境条件がほぼ等しいとみなされる同じ林分で生育しても、品種ごとに成長の良否があり、品種が異なると平均胸高直径にも違いが認められる。したがって、Table 2 に示される結果だけから、心材含水率が遺伝的な要因の影響を大きく受けると断定するのは早計かもしれない。

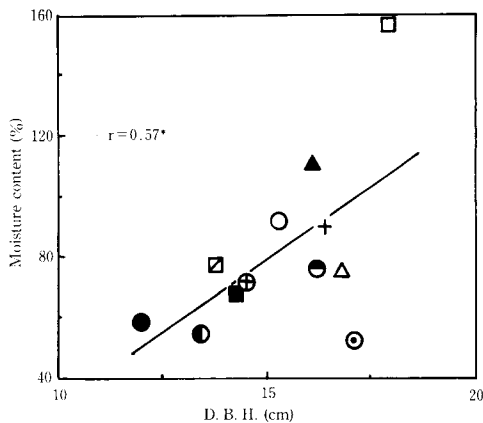


Fig. 1. Relationship between mean diameter at the breast height and mean green moisture content of the heartwood.

○: Aoshima-arakawa; ●: Akaba; ●: Ayasugi;
 ●: Hinode; △: Iwao; ▲: Kijin; □: Kumotooshi;
 ■: Measa; +: Obiaka; ◻: Urasebaru; ⊙: Yaichi;
 ⊕: Yabukuguri

*: Significant at 5% level.

そこで、Fig. 1 には、品種ごとの平均胸高直径と平均心材含水率との関係が12品種について図示されている。

Fig. 1 によると、平均胸高直径と平均心材含水率との関係を示す回帰直線から、クモトオシとヤイチのプロットが大きはずれている。このことは、品種による特徴を示すもので、心材含水率が遺伝的な要因の影響を受けることを表している。しかし、一方では、平均胸高直径と平均心材含水率との間には、5%レベルで有為な相関関係が認められる。さらに、Table 2 のように、心材含水率の品種ごとの変動係数は12~28%の範囲にある。これらのことは、心材含水率に関与する因子は遺伝的な要因だけではないことを意味している。

2. 胸高直径と心材含水率との関係

Fig. 1 で、品種ごとの平均胸高直径と平均心材含水率との間に正の相関関係がみられ、成長の良否が心材含水率に影響をおよぼすと推定された。なお、前述のように、この研究で用いた試験木の樹齢はすべて20年生で統一されている。

ところで、成長の指標には種々のものが考えられるが、この研究では試験木母集団の全林木を伐倒していないので、胸高直径を指標として採用した。そして、品種ごとに胸高直径と心材含水率との関係を求め、この結果を Table 3 に相関係数で示している。すなわち、12品種のうち7品種（アカバ、イワオ、ウラセバル、オビアカ、クモトオシ、ヒノデ、ヤイチ）では、1%あるいは5%レベルで正の有意な相関関係を認めた。残りの5品種のうち、キジンでは10%レベルで有意な相関係数が存在し、胸高直径が小さければ心材含水率は低くなる傾向を認めた。しかし、アオシマアラカワ、アヤスギ、メアサ、ヤブクグリ4品種については、正の相関関係を得ているものの、10%レベルでも有意な相関関係を認めるに至らなかった。

他方、Table 1 に示すように、品種ごとの胸高直径の変動係数は、アヤスギ、メアサ、ヤブクグリの3品種が一番小さい。さらに、心材含水率の変動係数は、アオシマアラカワとアヤスギでは小さな値を示した。つまり、アオシマアラカワ、アヤスギ、メアサ、ヤブクグリの4品種では、胸高直径や心材含水率のバラツキの幅が狭いために、両者の間に相関関係を検出できなかったと推測することもできる。このような考察を考え合わせるとき、心材含水率が成長の良否によってはほとんど影響を受けない品種が存在するかもしれないが、一般には、成長の良否は心材含水率に影響するとみなしてよいかもしれない。

3. 胸高直径と温水抽出物との関係

大部分の品種で、成長の良否と心材含水率との間の密接な推計学的関係を明らかにしたが、成長の良否が心材含水率に直接的に影響する本質論には到達しにくい。他方、移行材あるいは白線帯と称される部分では、含水率が低いことはすべての品種に共通している（三輪, 1991）。

したがって、品種や個体を異にするときの心材含水率の相違は、心材形成後に生じると推測できるかもしれない。そこで、心材形成後の水分保持が、心材物質と関係しているか否かを確認する手始めに、胸高直径と心材の温水抽出物との関係を検討した。

Fig. 2は、アオシマアラカワ、アカバ、イワオ、ウラ

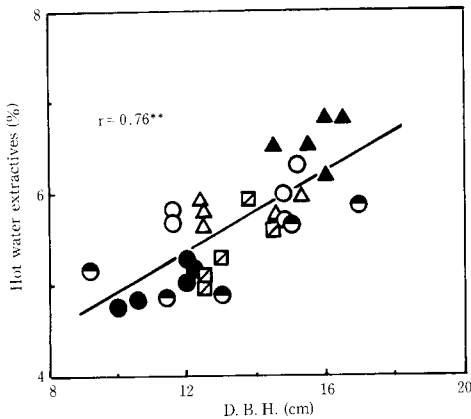


Fig. 2. Relationship between diameter at the breast height and hot water extractives of the heartwood.

○: Aoshima-arakawa; ●: Akaba; ●: Hinode;
△: Iwao; ▲: Kijin; □: Urasebaru

** : Significant at 1% level.

セバル、キジン、ヒノデの6品種について、1品種当たり5個体ずつで得られた温水抽出物をプロットしている。すなわち、胸高直径と温水抽出物との間には、正の有意な相関係数が認められ、胸高直径が大きい品種や試験木では温水抽出物が多いことが明らかになった。

4. 温水抽出物と心材含水率との関係

胸高直径と心材含水率の間では Table 3 に示すように、胸高直径と温水抽出物との間では Fig. 2 に示すように、相関係数が得られている。したがって、論理的に若干の飛躍を懸念するものの、現象的には心材の含水率と温水抽出物との間に相関関係の存在が想定できる。そこで、1品種について5個体ずつの試験片

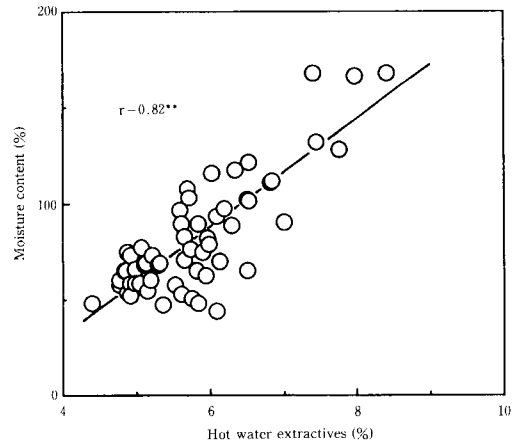


Fig. 3. Relationship between hot water extractives and green moisture content of the heartwood in twelve cultivars.

** : Significant at 1% level.

Table 3. Relationship between diameter at the breast height and green moisture content of the heartwood.

Cultivar	Coefficient of correlation	Cultivar	Coefficient of correlation
Aoshima-arakawa	0.16	Kumotooshi	0.62**
Akaba	0.56**	Measa	0.38
Ayasugi	0.32	Obiaka	0.66**
Hinode	0.47*	Urasebaru	0.49*
Iwao	0.66**	Yaichi	0.74**
Kijin	0.38	Yabukuguri	0.23

* : Significant at 5% level.

** : Significant at 1% level.

で、この研究に用いた12品種のすべてについて、温水抽出物と心材含水率との関係を図示して、Fig. 3が得られた。すなわち、心材の抽出物と含水率の間には正の有意な相関関係が存在し、温水抽出物が多い試験木では、心材含水率が高い傾向がみられる。

ところで、成長の良否と心材含水率との間にはTable 3の関係が認められるものの、本質的な関係についてはわからなかった。しかし、Fig. 2と3の結果から、成長の良否と心材含水率との相関関係に、抽出物を介在させることが、現象的には推測可能であろう。このような推測が可能であるならば、Table 2に示される品種に固有な心材含水率は、品種に固有な抽出物と関連するのかもしれない。

しかし、遺伝的要因と林木生育の立地条件が抽出物に与する度合は、ここでは把握されていないので、心材含水率が品種によって相違していることを、ここで詳しく考察することはできない。

5. 温水抽出物および心材含水率と吸水量との関係

移行材の含水率と関連して3項で述べたように、心材の含水率は心材形成後にもたらされると推測し、その1つとして心材含水率への心材部分の関与をFig. 3で検討した。すなわち、心材の温水抽出物と含水率との間に正の相関関係を認めた。

このことをふまえて、心材の抽出物と吸水性あるい

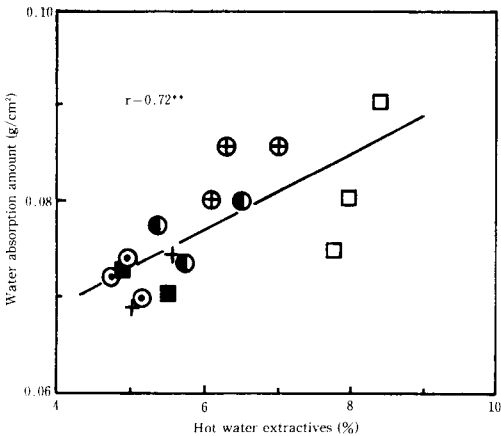


Fig. 4. Relationship between hot water extractives and water absorption amount after 48 hours in the heartwood.

●: Ayasugi; □: Kumotooshi; ■: Measa;
 +: Obiaka; ⊙: Yaichi; ⊕: Yabukuguri
 **: Significant at 1% level.

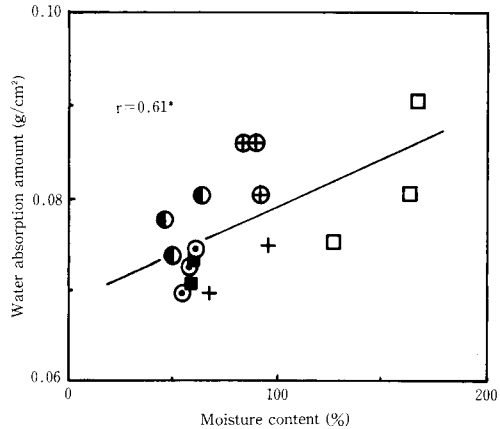


Fig. 5. Relationship between moisture content and water absorption amount after 48 hours in the heartwood.

●: Ayasugi; □: Kumotooshi; ■: Measa;
 +: Obiaka; ⊙: Yaichi; ⊕: Yabukuguri
 *: Significant at 5% level.

は吸湿性との関係を、実験的に確かめるために、接線面からの1面吸水試験を行った。試験は10日間継続して行い、24時間ごとの吸水量を測定した。

いずれの吸水時間でも、温水抽出物と吸水量との関係に同様な傾向が認められたので、Fig. 4は、温水抽出物と48時間吸水量との関係を示している。すなわち、温水抽出物と吸水量の間には、正の有意な相関関係がみられ、温水抽出物が増加するにつれて、接線面の単位面積当たり吸水量も増大する傾向が認められる。また、Fig. 5には、心材含水率と48時間吸水量との関係をプロットしているが、心材含水率と吸水量の間には相関関係がみられる。

すなわち、温水抽出物が多い品種や試験木では、吸水速度が早いことが認められた。このことは、心材抽出物中に吸湿性成分が存在することを示唆しているのかもしれない。

要 約

生育の環境条件がほぼ等しい同一林分に生育しているスギ12品種を対象に、樹幹胸高部位の心材含水率を測定し、品種ごとの平均値、品種内のバラツキの程度、およびバラツキの原因を検討した。

1) 心材含水率は品種によって異なり、品種ごとの心材含水率の変動係数は、すべての試験木をまとめて求めた変動係数よりもはるかに小さい。このことから、

品種に固有の心材含水率があるようである。

2) 大半の品種では、胸高直径と心材含水率との間に正の相関関係が認められ、成長の良否が心材含水率のバラツキに大きく影響することがわかった。したがって、品種ごとの心材含水率の平均値やバラツキの程度を求めるには、樹齢をそろえることはもちろんであるが、胸高直径にも十分な配慮を要することがわかった。

3) 温水抽出物と心材含水率との間に、相関関係が認められた。すなわち、心材含水率の品種間差異・品種内バラツキは、品種間・個体間の抽出物の相違に大きな影響を受けていた。

4) 吸水試験の結果、温水抽出物と吸水量との間に、正の相関関係が認められ、温水抽出物が多い品種や個体では、吸水速度が早い傾向がみられた。

文 献

藤澤義武ら 1989 スギにおける心材形成の個体変異

- とクローン間差, 100回日林論, 307-308頁
- 藤原新二・岩神正郎 1989 スギおよびヒノキ材の生材含水率と心材色の関係について, 高大演報, 16: 19-23
- 久田卓興 1990 SUGI・情報ネットワーク, スギ並材研究会, 東京, 123-128頁
- 亀井淳介・津島俊治 1988 スギ立木の水分分布について, 日林九支研論集, 41: 221-222
- 河澄恭輔ら 1991 スギ心材の性質—生材含水率, 温水抽出物および明度を中心に—, 九大演報, 64: 29-39
- 見尾貞治 1988 スギ造林木の容積密度数と生材含水率について, 日林九支研論集, 41: 223-224
- 三輪雄四郎 1983 スギの品種別材質試験(I)生材含水率について, 33回木材学会大会要旨集, 31頁
- 三輪雄四郎 1991 スギ研究分科会報告書, 日本木材学会, 10-13頁
- 矢沢亀吉・深沢和三 1956 中部地方における人工植栽スギ材の生長状況と理学的性質との関係(第1報), 木材誌, 2(5): 204-209

Summary

In this study, the differences of green moisture content of heartwood among sugi cultivars grown in a 20-year-old stand were investigated.

The diameter and the green moisture content of the heartwood at the breast height were measured for fifteen to forty trees each from twelve cultivars. Five trees from each cultivars were felled, and disks, 10 cm thick, were removed from the breast height of sample trees. Hot water extractives (%) of the heartwood and water absorption from longitudinal-tangential surface were measured.

1) Green moisture content of the heartwood varied with the cultivars, and the coefficient of variation in green moisture content in a cultivar was relatively small compared to that in whole samples (Table 2). The results may mean that each cultivars have the inherent values in green moisture content of the heartwood.

2) In most of cultivars, there was significant correlation between diameter at the breast height and green moisture content of the heartwood (table 3), indicating that the differences of the growth rate among trees have influence on the variation in green moisture content within cultivars.

3) High correlation between hot water extractives and green moisture content of the heartwood was observed (Fig. 3), therefore it was presumed that the differences among cultivars and the variation within cultivars in green moisture content of the heartwood were caused by the differences of hot water extractives among and within cultivars.

4) Hot water extractives significantly correlated with the water absorption rate of the heartwood (Fig. 4).