

外国産材 88 種の平衡含水率

Equilibrium moisture content of 88 species of lumber produced overseas

寺尾美里矢*¹・塚越弓月*²・宮野則彦*¹Miriya TERAO*¹, Yuzuki TSUKAGOSHI*² and Norihiko MIYANO*¹

*1 日本大学生物資源科学部

College Bioresource Sciences, Nihon University, Fujisawa 252-0880

*2 日本大学大学院生物資源科学研究科

Graduate School of Bioresource Sciences, Nihon University, Fujisawa 252-0880

要旨：木材の平衡含水率は、木材の熱特性や吸放湿性、強度などの物性に深く関わっている。しかし、平衡含水率に関するデータは非常に少ないのが現状である。そこで本研究では、基礎データの蓄積を第一の目的として、欧米材、南洋材、アフリカ材を合わせた 88 種(針葉樹 21 樹種、広葉樹 67 樹種)の平衡含水率を、「JIS A 1475 建築材料の平衡含水率測定方法」に準拠して測定した。これらの測定結果と、Kollman による既存のシトカスプルースの平衡含水率を比較すると、吸湿過程では高湿域と低湿域で大幅にずれが生じ、放湿過程ではほぼ全ての領域で今回の測定値が上回っていることがわかった。しかし、産地による特性は見られなかった。また、一般に用いられる質量基準質量平衡含水率と試料の容積を基準とした容積基準質量平衡含水率とを比較すると、容積基準質量平衡含水率の方が、各試料の同一材積当りに含まれる水分量を直接的に表すことができる。このことから、材料の使用材積量で表すことが多い建築分野での木材利用などに際しては、容積基準質量含水率で表した方がより実用性があると考えられる。

キーワード：平衡含水率, 欧米材, 南洋材, アフリカ材

Abstract : The equilibrium moisture content of lumber is closely associated with lumber properties such as the thermal properties, moisture-absorbing and -releasing properties, and strength. However, the amount of data concerning equilibrium moisture content is limited. Hence, in this study, lumber samples from 88 tree species from Europe, North America, South Pacific Islands, and Africa (21 species of conifers and 67 species of broad-leaved trees) were studied for the equilibrium moisture content using JIS A 1475, "a method for the determination of equilibrium moisture content of construction materials". A comparison of the measured data with the equilibrium moisture content data of Sitka spruce, which have been made available by Kollman et al., revealed substantial differences between the high moisture ranges and low moisture ranges in the moisture-absorbing process. The comparison also revealed that the measured data obtained in this study were higher than those obtained in the study by Kollman et al. in all ranges in the moisture-releasing process. However, there was no substantial difference in characteristics of lumbers by region. In addition, the generally used equilibrium moisture content was compared with the equilibrium moisture content mass by volume, which was obtained based on the sample volume. The equilibrium moisture content mass by volume can directly show the amount of moisture contained per unit volume for each sample. It can be inferred that the moisture content mass by volume is considered more practical when using lumber in construction, particularly where the term "lumber use volume" is frequently used.

Keywords: equilibrium moisture content, European lumber, American lumber, South Pacific lumber, African lumber

I はじめに

木材の含水量は、熱伝導率や吸放湿性、強度など、木材の物性に深く関係しているが(2, 4, 5)、木材の平衡含水率に関するデータは非常に少ないのが現状である。従来用いられている木材の平衡含水率図は、Loughborough (n.d.) によって測定されたデータを元に

Kollman (1968) が作製したものであるが(3)、この実験については方法や環境などの詳細が明らかでないという問題点がある。また、この平衡含水率図はシトカスプルースの吸湿過程のみの曲線であるため、吸湿過程と放湿過程では一般的に異なる含水率を示すことが知られ、さらに樹種によっても異なる含水率を示す

と考えられる木材の含水特性を示すには不十分と考えられる。

また、現在一般的に用いられている質量基準質量平衡含水率は、試料の密度の大小に影響を受ける値のため、密度の異なる様々な樹種の同一体積あたりに含まれる水分量を直接的に示すものではない(1)。材の容積あたりに含有できる絶対的な水分量により性能評価を行う調湿建材などにおいては、すでに容積基準質量平衡含水率が使用されている。

以上のことをふまえ、なるべく多くの樹種について実験方法や測定条件の詳細が明らかな平衡含水率データの蓄積を図るとともに、既存のシトカスプールのデータと比較検討することを目的とした。さらに、質量基準質量平衡含水率と容積基準質量含水率とを比較し、容積基準質量含水率の方が木材の水分量を知る指標として適していることを示した。

II 測定方法

1. 試料 本研究では、欧米材36種(針葉樹13種 広葉樹23種)、南洋材38種(針葉樹8種 広葉樹30種)、アフリカ材15種(全て広葉樹)について測定を行った。試料枚数は1樹種につき1枚とした。試料の

樹種名は表-1の通りである。

2. 測定方法と手順 測定は「JIS A 1475 建築材料の平衡含水率測定法」のチャンパー法に準拠して行った。温度条件は23±0.5℃、相対湿度条件は、吸湿過程で11-24-37-46-54-65-75-78-94% (南洋材・アフリカ材)、9-26-41-58-66-75-82-84-96% (欧米材)と順次湿度を上げ、放湿過程では82-76-63-51-40-30-20-15% (南洋材・アフリカ材)、83-75-65-48-35-26-14% (欧米材)と順に下げた。それぞれの相対湿度下で平衡状態に達したとみなしたのち、24時間間隔で3回の測定を行い、質量変化量が24時間前の試料質量の0.1%以下になった時点で恒量とみなし、次の湿度に移行した。吸湿・放湿の両過程の測定が終了した後、試料の全乾重量を測定した。

3. 含水率の算出方法

$$u = \frac{m - m_0}{m_0} \dots (1)$$

$$w = \frac{m - m_0}{v_0} \dots (2)$$

u:質量基準質量平衡含水率 (g/g), w:容積基準質量平衡含水率 (g/cm³), m:試料質量 (g), m₀:全乾質量 (g), v₀:容積 (cm³)

表-1 測定樹種と密度

Table 1 List of specimens

	樹種名	密度		樹種名	密度		樹種名	密度
欧米材	アッシュ	0.78	針葉樹	ベイヒバ	0.51	広葉樹	メラピー	0.43
	アルダー	0.45		ベイマツ	0.54		メランチ	0.42
	ウォールナット	0.68		ベニマツ	0.45		メルサワ	0.52
	エルム	0.64		ホワイトスプルス	0.36		ヨン	0.92
	カーリーメープル	0.70		ボンテロツサバイン	0.48		ラワン	0.55
	カボル	0.61		レッドバイン	0.44		リプタス	0.72
	コットンウッド	0.49		イベ	0.90		ローズウッド	0.67
	サッサfras	0.37		カラントス	0.29		アガチス	0.55
	シカモア	0.62		コクタン	0.99		クモスギ	0.42
	ソフトメープル	0.70		ゴム	0.56		タイワンヒノキ	0.45
	チェリー	0.58	シタン	1.00	チベットヒノキ	0.48		
	バーズアイメープル	0.77	シマコクタン	1.10	フクシュウスギ	0.27		
	バーチ	0.69	セラガンバツ	0.77	ベニヒ	0.39		
	ビーチ	0.64	センダン	0.53	ラオススギ	0.45		
	PCメープル	0.47	ソノケリン	0.75	ラオスヒノキ	0.56		
	ヒッコリー	0.64	タウキャン	0.79	アユース	0.32		
	ポコテ	1.07	タウン	0.77	イロコ	0.55		
	ホワイトオーク	0.82	タガヤサン	1.00	ウエンジ	0.71		
	ホンジュラスマホガニー	0.51	チーク	0.51	ウリン	0.94		
	メープル	0.70	チャンパカ	0.49	オジコ	0.49		
	ヨーロピアンオーク	0.78	ニヤトー	0.45	サベリ	0.65		
	ヨーロピアンチェリー	0.57	ニューギニアウォールナット	0.55	ジョンコン	0.41		
	レッドオーク	0.72	パープルハート	0.78	ゼブラノ	0.74		
針葉樹	スプルス	0.38	バドゥーク	0.73	パオローズ	0.97		
	ノーブル	0.36	パラピー	0.51	ブピンガ	0.80		
	バルサム	0.56	ピンカド	0.90	ボセ	0.62		
	ベイスギ	0.29	プランチヨネラ	0.63	ボルネオオーク	0.81		
	ベイツガ	0.41	ベルボック	0.41	マコレ	0.59		
	ベイヒ	0.47	ペンシルシーダー	0.52	マンソニア	0.53		
					モアビ	0.72		

(注) 密度 (g/cm³)

III 結果と考察

1. Kollman による平衡含水率図との比較 Kollman によるシトカスプールの平衡含水率曲線と、今回測定を行った欧米材及び南洋材とアフリカ材の測定値それぞれの平均値との比較を図-1に示す。図より、吸湿過程における今回の測定値は、シトカスプールのよりも高湿域では低く、低湿域では高い値を示すことがわかる。また放湿過程では、多くの樹種がほとんどの湿度域において、シトカスプールのよりも高い値を示すことが確認された。このことから、従来は全ての樹種に対して Kollman の平衡含水率曲線が使用されてきたが、再考の必要性があると考えられる。

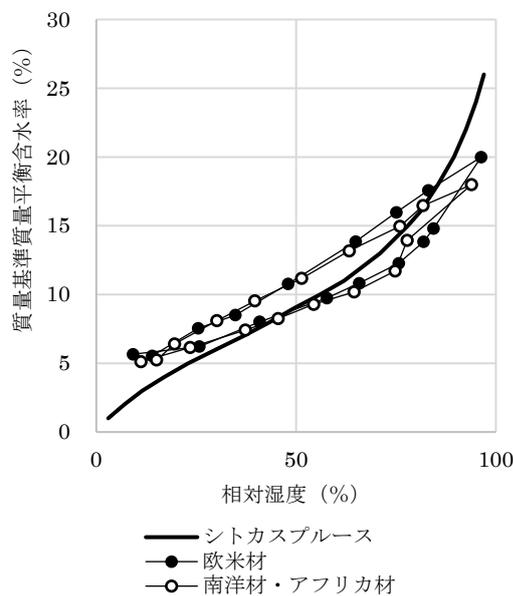


図-1 シトカスプールのと欧米材、南洋材・アフリカ材の平均質量基準質量平衡含水率の比較
Fig.1 Comparison with moisture content mass by volume values for *Picea sitchensis*, specimen grown in South-eastern Asia, Europe and Africa.

2. 針葉樹・広葉樹の各産地別における比較 図-2に産地別、広葉樹・針葉樹別に容積基準質量平衡含水率を比較したグラフを示す。結合水はマイクロフィブリルの非晶領域に多く吸着していると考えられることから、密度の大きな木材ほど吸着できる水分量は多くなると考えられる。前述の通り、容積基準質量平衡含水率は容積あたりの含有水分量を示すので、密度が広葉樹材に比べて一般的に小さい針葉樹の含水率が、全体的に低い値を示すことがわかる。しかし産地による差異は見られなかった。

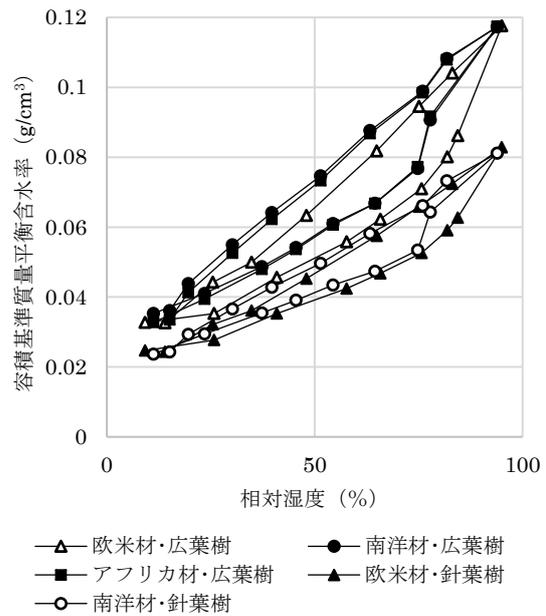


図-2 針葉樹・広葉樹別における平均容積基準質量平衡含水率の比較

Fig.2 Comparison with moisture content mass by volume for each habitat that classified into softwood and hardwood.

3. 容積基準質量平衡含水率と質量基準質量平衡含水率の比較 図-3に容積基準質量平衡含水率と質量基準質量平衡含水率を比較した一例として、相対湿度11%時の南洋材・アフリカ材の平衡含水率を示す。容積基準質量平衡含水率は材の単位体積あたりに含まれる水分量を直接的に示しているが、一方、質量基準質量平衡含水率は、実際の含有水分量の大小を比較、評価するには難しい値であることが示された。このことから、材料の使用材積量で表すことの多い建築分野での木材利用などに際しては、容積基準質量含水率で表したほうがより実用性に優れているということ、測定結果より求めた数値で検討し、確認することができた。なお、図-3には一例として相対湿度11%時の南洋材・アフリカ材の平衡含水率について示したが、この傾向は他の湿度域での欧米材、南洋材、アフリカ材においても同様である。

IV おわりに

従来のシトカスプールの平衡含水率図と本報での88種の測定結果との比較では、大部分の樹種が既存のシトカスプールの曲線には当てはまらないことを示した。このことは、より多くの種類の木材の平衡含

水率データを蓄積することの必要性を示すものである。

また、これまで木材の含水状態を表すために一般的に使用されてきた質量基準質量含水率を使用するよりも、容積基準質量含水率で表した方が、材に含まれる実際の水分量を示すには簡便であり、より実用性が高いと考えられる。

引用文献

- (1) 朝倉靖弘 (2015) 木質内装材の調湿性能. 木材工業 Vol. 70, No. 3
- (2) 福田英昭・林弘也・松元健一 (1994) 木材の平衡含水率におよぼす圧縮応力の影響. 琉球大学教育学部紀要 第一部・第二部 (44)
- (3) KOLLMAN, F. F. P.・COTE, JR. W. A (1968) Principles of Wood Science and Technology I Solid Wood. Springer-Verlag : 560
- (4) 中戸莞二 (1985) 新編木材工学 : 219~221
- (5) 日本木材学会編 (2007) 木質の物理 : 50~53

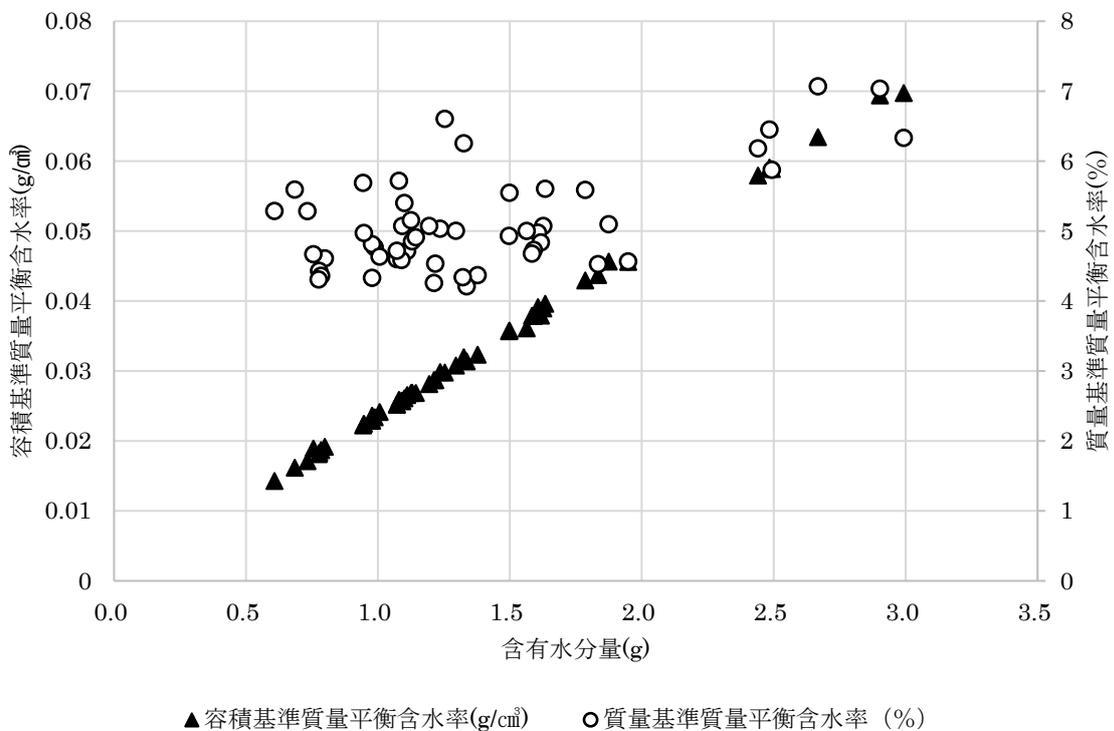


図-3 相対湿度 11%時の南洋材・アフリカ材の含有水分量と容積基準質量平衡含水率と質量基準質量平衡含水率

Fig.3 Amount of water contained in wood versus moisture content mass by volume values, moisture content mass by mass values of south-eastern Asia and Africa at 11% relative humidity.