

# 竹の力学特性

井之上節朗 松富謙一 川窪広明

## 要 旨

本学の教員と学生が、広島県尾道市において空き家再生プロジェクトに参加するなかでこの地域が急斜面で車輛などによる材料・道具類の搬入が不可能であり、かつ繁殖しているモウソウチクが敷地・建物に悪影響を及ぼしている状況に直面した。

本来、歴史的に見ても竹は建材などにも使われてきており、わが国の文化になくはないものであったはずである。そこで今回はあらためて竹の活用を検討するために基礎的な強度試験を行うことにした。まず、尾道市の竹林よりモウソウチクを伐採し、長さ20cmに切断し、節有・隔壁有、節有・隔壁無、節無・隔壁無の3種類のサンプルを作成し、乾燥してないものと乾燥したものの圧縮試験を行った。結果として、乾燥してないものは、3種類の間に大差はなかった。乾燥したものは、乾燥してないものの約2倍程度の強度を示し、3種類の中では節有・隔壁有が最大の強度となった。今後、サンプル数量を増やし試験結果の精度を上げ、これを基に新たな展開に繋げたい。

キーワード：モウソウチク、圧縮強度、節、隔壁、乾燥

## 1. はじめに

筆者らは、2009年6月よりNPO法人尾道空き家再生プロジェクトとともに、尾道市内の空き家再生に取り組んでいる。尾道市の中心部はJR尾道駅から福山方面に直線状に伸びる尾道本通り商店街付近であるが、この地域は海岸線近くまで斜面地が迫り、平坦部の幅は200m程度ほどである。斜面地には古い歴史を持つ寺院とともに、急傾斜の路地に沿って多くの住宅が建てられている。しかし現在では、住民の高齢化に伴い上り下りが大変な斜面地住宅を離れる人も多く、空き家や空き地が目立つようになった。またこの斜面地には、各所に竹林が見受けられる。これらの竹林は豊かな自然景観を呈し

ているように思えるが、地元の人によると過疎によって管理する人がなくなった竹林は無秩序に地下茎を伸ばし、周辺住宅の基礎に損傷を与えるため、尾道市では「害植物」として扱われているとのことである。

わが国では、竹を茶道具や箆などの日用品、民芸品などの材料として用いる他、土壁の木舞や雨樋、垣根などの伝統的な建材としても利用してきた。NPO法人尾道空き家再生プロジェクトでは、解体された住宅の廃材を積極的に空き家再生工事に使用しているが、害植物として扱われている竹を空き家再生に建材として使用することができるならば、まさに一石二鳥といえる。そこで筆者らは、竹の基本的な材料性能を測定し、建材としての利用の可能性を探ることにした。本研究レポートでは、最初の実験として行った竹の圧縮実験の結果について報告する。

## 2. 竹について

竹は、単子葉植物であるが、木でもなく草でもない独立したタケ科として分類されている。タケ科植物では、稈鞘（かんしょう、タケの皮）の着生期間が稈の発生後数ヶ月のみで、稈の分岐や分枝を生じないものをタケ類、そうでないものをササ類と呼んでいる<sup>1)</sup>。世界には77属1,030種があり、そのうちわが国には12属133種の固有種が生育しているが、タケ類は23種のみである。タケノコとして一般的に食されるのはモウソウチク（学名：P.heterocyclus f.pubescens Muroi）であり、原産地は中国中部で高さ8～20m、径5～18cmに成長する<sup>2)</sup>。我が国において平成14年における森林面積としては、竹林は全国で156,000ヘクタールであり<sup>3)</sup>、これは総森林面積の0.62%に過ぎない。都道府県別では、鹿児島県が16,000ヘクタールと最も広い竹林を有するが、東北・北海道地方にはほとんど竹林は見られない。

また、わが国では、前述したように伝統的な建材として竹が利用されてきたが、木材と異なり竹は内部が空洞となっているため、一定の規格に加工して構造材として利用することができない。そのため材料力学的な研究報告は少ないが、研究例として、バイオメカニクスの視点からの竹の構造に関する尾田の報告<sup>4), 5)</sup>、マダケの圧縮強度、引張強度、座屈強度に関する藤川らの一連の報告<sup>6), 7), 8)</sup>、マダケとモウソウチクの圧縮強度、引張強度、曲げ強度に関する池らの報告<sup>9)</sup>がある。

## 3. 実験の方法

### 3-1 サンプルの作成

今回の実験では、広島県尾道市東土堂町にある光明寺所有の竹林より、2009年10月18



写真1 尾道市東土堂の竹林

日に伐採したモウソウチクを使用した(写真1)。今年生育したモウソウチクのうち、根本から5節目から6節目の直径が80mm程度のものを選び、5節と6節および8節と9節の間を竹用のノコギリによって切断して、本学伊丹キャンパスの材料実験室に運び、室温で5日間乾燥した。

文献5において、尾田は「竹の節が竹の生育状態においてクラックアレスタ、すなわち竹の繊維方向に生じやすい亀裂の伝播を阻止する働きがある。」と報告している。この節が圧縮応力に対してどのような効果があるかを確認するため、人工的な乾燥を行わない状態で圧縮試験を行うサンプル(未乾燥サンプル)として、①1カ所の節と隔壁を含むもの、②1カ所の節を含むがその隔壁を削り落したもの、③節を持たないものの3種類(図1)を3本ずつ作成した。

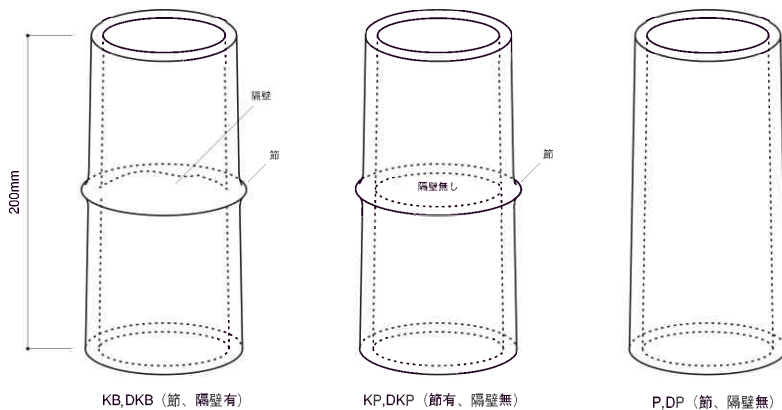


図1 実験に使用したモウソウチクの形状



写真2 乾燥機

また文献6において藤川らは、マダケを使用した同様な圧縮試験の結果を報告している。そのためサンプルの長さは、実験結果を藤川らの結果と比較できるように200mmとした。なお、サンプルは、切断面が竹の軸線に対し直角となるように切断した。また、サンプル②は、ノミとハンマーによって隔壁中央部を破壊した後、ノミによって竹の内壁とフラットになるように残りの隔壁を削って作成した。

さらに藤川らは、文献7において人工乾燥したマダケの圧縮応力に関して報告している。今回の実験では、この藤川らの結果と比較を行うため、①から③のタイプについて乾燥サンプルを3本ずつ作成した。サンプルの乾燥は、乾燥器（MIE-734-1-13型、圓井製作所製、写真2）によって105℃で67時間加熱後、5時間をかけて室温まで戻すという方法で行った。

### 3-2 サンプルの各部の測定

図2に示すサンプル各部分の寸法は、デジタルノギスを使用して測定した。次にサンプルの質量を計量後、含水量計（DT123）を使用してサンプル外部と内部の含水率を測定した（写真3）。なおサンプル内部の含水率測定は、圧縮試験終了後に行った。また乾燥サンプルについては、乾燥前後のサンプル質量の測定を行った。

### 3-3 圧縮試験

圧縮試験は、100TON電子自動平衡型万能試験機（MIE-734-1-13型・圓井製作所製）（写真4）を使用して行った。まず圧縮試験機の日盛盤のゼロ調整を行い、最大秤量を200KNに設定した。次にサンプルの中心軸がテーブルの中心と一致するようにサンプル

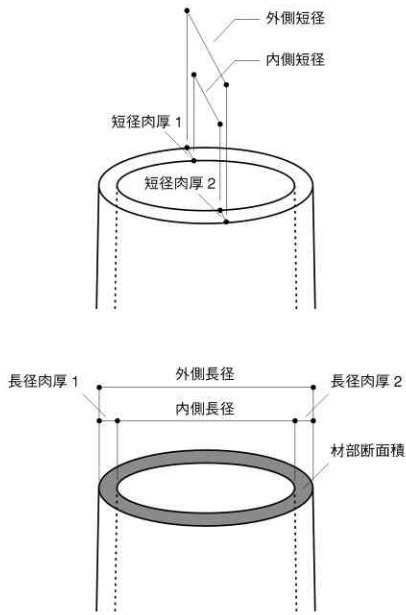


図2 サンプルの寸法測定箇所



写真3 含水量計

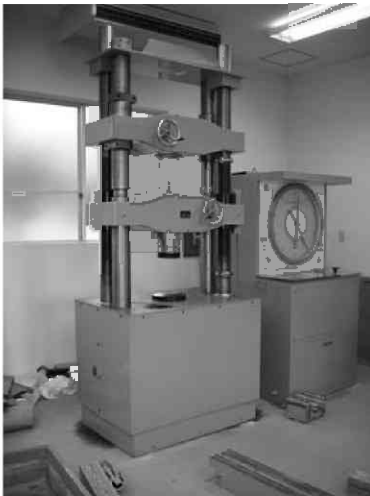


写真4 圧縮試験機



写真5 サンプルセット

をセットし（写真4）、加圧板をゆっくりと下降してサンプル上面に接着させた（写真5）。サンプルに対する加圧はマニュアル操作により行った。

## 4. 結果

### 4-1 各部の測定結果

節と隔壁の有無と乾燥の有無の組み合わせによる6種類のサンプルの実験結果の表記については、表1に示すような略号を使用する。

表2に①から③の3種類の未乾燥サンプル断面各部の寸法、表3にこれらのサンプルの質量および含水率を示す。

表4に乾燥サンプルの乾燥前後における各部の寸法、表5に肉厚の変化を示す。また表6にこれらのサンプルの乾燥前後における質量および含水量の変化を示す。なお、乾燥器によるサンプル乾燥中、DKBのうち1本、DKPのうち1本、DPのうち2本が繊維方向に割裂してしまつたため、乾燥サンプルの圧縮試験はDKB2本、DKP2本、DP1本について行った。

表1 サンプルの略号

	乾燥無	乾燥有
節有・隔壁有	K B	D K B
節有・隔壁無	K P	D K P
節無・隔壁無	P	D P

表2 未乾燥サンプルの各部の寸法

節 隔壁	有				無				無				
	有				有				無				
サンプル番号	K B 1	K B 2	K B 3	平均値	K P 1	K P 2	K P 3	平均値	P 1	P 2	P 3	平均値	
上面外側	長径(mm)	81.5	79.4	78.3	79.7	77.8	75.2	74.6	75.9	73.1	70.8	69.3	71.1
	短径(mm)	76.5	74.6	73.6	74.9	71.6	71.1	70.1	70.9	69.1	67.3	65.6	67.3
	断面積(cm <sup>2</sup> )	48.9	46.5	45.2	46.9	43.7	42.0	41.1	42.3	39.7	37.4	35.7	37.6
上面内側	長径(mm)	62.6	61.1	60.6	61.4	60.8	58.0	58.8	59.2	57.4	55.3	54.2	55.6
	短径(mm)	57.2	56.0	55.3	56.1	54.6	53.9	53.4	54.0	53.1	52.2	50.8	52.0
	空洞部断面積(cm <sup>2</sup> )	28.1	26.8	26.3	27.1	26.1	24.5	24.6	25.1	23.9	22.7	21.6	22.7
上面材部断面積(cm <sup>2</sup> )	20.9	19.7	19.0	19.8	17.7	17.4	16.4	17.2	15.7	14.7	14.1	14.8	
上面肉厚	長径肉厚1(mm)	9.1	9.2	8.8	9.0	8.8	8.4	8.3	8.5	8.1	7.8	7.9	7.9
	長径肉厚2(mm)	9.8	9.1	8.9	9.3	8.2	8.8	7.4	8.1	7.6	7.7	7.2	7.5
	短径肉厚1(mm)	9.6	9.4	8.6	9.2	9.0	8.6	8.1	8.6	8.3	7.9	7.6	7.9
	短径肉厚2(mm)	9.7	9.3	9.7	9.6	8.0	8.7	8.6	8.4	7.7	7.2	7.2	7.4
下面外側	長径(mm)	81.9	81.1	79.5	80.8	78.1	75.8	76.8	76.9	74.5	72.5	69.4	72.1
	短径(mm)	78.2	76.4	75.5	76.7	72.7	72.4	72.7	72.6	69.4	67.9	65.6	67.6
	断面積(cm <sup>2</sup> )	50.3	48.6	47.1	48.7	44.6	43.1	43.8	43.8	40.6	38.6	35.7	38.3
下面内側	長径(mm)	62.7	62.7	61.4	62.3	61.4	58.8	60.5	60.2	57.9	56.3	53.9	56.0
	短径(mm)	57.9	57.5	56.7	57.4	55.3	55.2	55.1	55.2	52.3	51.1	50.5	51.3
	空洞部断面積(cm <sup>2</sup> )	28.5	28.3	27.3	28.1	26.7	25.5	26.2	26.1	23.8	22.6	21.4	22.6
下面材部断面積(cm <sup>2</sup> )	21.8	20.3	19.7	20.6	17.9	17.6	17.7	17.7	16.8	16.1	14.4	15.7	
平均材部断面積(cm <sup>2</sup> )	21.3	20.0	19.3	20.2	43.5	41.2	42.8	42.5	16.3	15.4	14.2	15.3	
下面肉厚	長径肉厚1(mm)	9.9	9.9	9.0	9.6	9.0	8.4	8.0	8.5	8.8	8.3	7.8	8.3
	長径肉厚2(mm)	9.4	8.5	9.0	9.0	7.6	8.6	8.3	8.2	7.9	7.9	7.7	7.8
	短径肉厚1(mm)	10.0	9.7	9.4	9.7	8.6	8.5	8.7	8.6	9.0	8.4	7.5	8.3
	短径肉厚2(mm)	10.2	9.2	9.4	9.6	8.9	8.8	8.8	8.8	8.1	8.4	7.6	8.0

竹の力学特性

表 3 未乾燥サンプルの質量および含水率

節 隔壁	有			有			無		
	有			無			無		
サンプル番号	K B 1	K B 2	K B 3	K P 1	K P 2	K P 3	P 1	P 2	P 3
質量 (g)	518.5	486.6	473.3	437.2	422.9	473.3	373.6	354.3	332.0
表面含水率 (%)	18.0	18.0	19.0	18.0	18.0	19.0	19.0	19.0	17.0
内壁含水率 (%)	19.0	19.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	17.0

表 4 乾燥サンプルの乾燥前後における各部の寸法

節 隔壁	有						有						無			
	有			有			無			無			無			
サンプル番号	DKB 2			DKB 3			DKP 1			DKP 3			DP1			
乾燥条件	乾燥前	乾燥後	収縮率 (%)	乾燥前	乾燥後	収縮率 (%)	乾燥前	乾燥後	収縮率 (%)	乾燥前	乾燥後	収縮率 (%)	乾燥前	乾燥後	収縮率 (%)	
上面外側	長径(mm)	84.2	79.3	94.2	82.3	78.6	95.6	81.4	78.7	96.7	84.5	80.9	95.8	82.6	78.7	95.2
	短径(mm)	80.4	77.2	96.0	79.6	75.4	94.6	77.5	73.0	94.1	81.9	75.7	92.5	80.0	76.5	95.7
	断面積(cm <sup>2</sup> )	53.2	48.1	90.4	51.4	46.5	90.5	49.5	45.1	91.0	54.3	48.1	88.6	51.8	47.2	91.1
上面内側	長径(mm)	65.7	64.2	97.7	63.3	62.5	98.0	64.1	62.6	97.6	64.4	62.5	97.2	63.8	60.9	95.5
	短径(mm)	62.0	58.8	94.8	61.2	58.1	98.7	60.0	55.7	92.9	61.7	57.5	93.1	61.4	58.3	95.0
	空洞部断面積(cm <sup>2</sup> )	32.0	29.7	92.6	30.4	28.5	93.5	30.2	27.3	90.6	31.2	28.2	90.5	30.8	27.9	90.7
上面材部断面積(cm <sup>2</sup> )	21.2	18.4	87.0	21.0	18.0	86.0	19.4	17.8	91.7	23.1	19.9	86.1	21.1	19.3	91.5	
下面外側	長径(mm)	85.4	81.5	96.1	83.9	80.4	95.9	82.2	77.8	94.7	85.3	81.3	95.2	83.5	79.4	95.0
	短径(mm)	81.9	79.0	96.4	80.9	77.1	95.2	79.6	75.1	94.4	82.9	78.2	94.3	80.9	76.9	95.0
	断面積(cm <sup>2</sup> )	54.9	50.5	91.9	53.3	48.6	91.3	51.4	45.9	89.4	55.5	49.9	89.8	53.0	47.9	90.3
下面内側	長径(mm)	66.2	63.4	95.7	66.0	63.7	96.5	63.4	62.6	98.7	65.4	62.3	95.3	63.7	61.2	96.0
	短径(mm)	63.3	59.9	94.7	62.4	58.9	94.4	61.6	57.7	93.7	63.1	59.7	94.6	61.7	57.8	93.6
	空洞部断面積(cm <sup>2</sup> )	32.9	29.8	90.6	32.3	29.5	91.1	30.6	28.3	92.5	32.4	29.2	90.1	30.9	27.7	89.9
下面材部断面積(cm <sup>2</sup> )	22.0	20.7	93.9	20.9	19.2	91.6	20.7	17.6	84.7	23.2	20.7	89.3	22.2	20.2	91.0	
平均材部断面積(cm <sup>2</sup> )	21.6	19.5	90.6	20.9	18.6	88.8	20.0	17.7	88.1	23.1	20.3	87.7	21.6	19.8	91.3	

表 5 乾燥前後における肉厚の変化

節 隔壁	有						有						無			
	有			有			無			無			無			
サンプル番号	DKB 2			DKB 3			DKP 1			DKP 3			DP 1			
測定条件	乾燥前	乾燥後	変化率 (%)	乾燥前	乾燥後	変化率 (%)	乾燥前	乾燥後	変化率 (%)	乾燥前	乾燥後	変化率 (%)	乾燥前	乾燥後	変化率 (%)	
上部	長径肉厚1	8.8	8.5	96.1	9.7	8.2	84.7	9.1	8.1	89.3	11.2	9.2	82.4	9.6	9.0	94.0
	長径肉厚2	9.7	6.6	68.3	9.3	8.0	85.9	8.1	8.1	98.3	8.9	9.2	102.8	9.1	8.7	95.0
	短径肉厚1	9.8	9.3	94.7	8.9	9.3	105.3	8.8	8.7	99.0	9.4	9.1	96.9	9.4	9.1	97.2
	短径肉厚2	8.6	9.1	105.9	9.5	8.0	83.7	9.2	8.5	92.0	10.7	9.1	84.9	9.2	9.1	98.8
下部	長径肉厚1	9.7	9.3	95.9	8.9	8.6	91.6	9.8	8.3	84.4	10.5	9.7	91.8	9.9	9.7	98.0
	長径肉厚2	9.5	8.8	92.7	9.0	8.2	91.0	9.8	9.3	84.4	9.5	9.3	98.4	9.9	8.5	95.9
	短径肉厚1	9.2	9.4	102.1	9.5	9.1	96.1	9.2	8.5	92.0	10.3	9.6	93.6	9.9	9.6	96.4
	短径肉厚2	9.5	9.7	102.0	9.0	9.0	100.0	8.8	9.0	101.6	9.5	8.9	93.4	9.3	9.5	102.7

表 6 乾燥前後における質量および含水率の変化

節 隔壁	有						有						無		
	有			有			無			無			無		
サンプル番号	DKB 2			DKB 3			DKP 1			DKP 3			DKP		
測定条件	乾燥前	乾燥後	変化率 (%)	乾燥前	乾燥後	変化率 (%)	乾燥前	乾燥後	変化率 (%)	乾燥前	乾燥後	変化率 (%)	乾燥前	乾燥後	変化率 (%)
質量 (g)	524.0	273.2	47.9	504.1	264.6	47.5	47.7	465.3	246.1	47.1	549.6	306.6	44.2	45.7	485.8
表面含水率 (%)	18.0	5以下	—	18.0	5以下	—	—	18.0	5以下	—	20.0	5以下	—	—	18.0
内壁含水率 (%)	—	5以下	—	—	5以下	—	—	—	5以下	—	—	5以下	—	—	—

#### 4-2 圧縮強度の測定結果

表7に未乾燥サンプルの圧縮試験の結果を示す。また表8に乾燥サンプルの圧縮実験結果を示す。

表7 未乾燥サンプルの圧縮強度

節 隔壁	有				有				無			
	有				無				無			
	K B 1	K B 2	K B 3	平均	K P 1	K P 2	K P 3	平均	P 1	P 2	P 3	平均
圧縮強度 (KN)	80.8	84.5	81.6	82.3	77.1	76.8	72.9	75.6	69.5	65.9	63.3	66.2
単位圧縮強度 (KN/cm <sup>2</sup> )	3.8	4.2	4.2	4.1	4.3	4.4	4.3	4.3	4.3	4.3	4.5	4.4

表8 乾燥サンプルの圧縮強度

節 隔壁	有		有		無
	有		無		無
サンプル番号	DKB 2	DKB 3	DKP1	DKP3	DP1
圧縮強度 (KN)	159.2	162.0	122.1	101.9	140.0
単位圧縮強度(KN/cm <sup>2</sup> )	8.1	8.7	6.9	5.0	7.1

### 5. 考察

#### 5-1 未乾燥サンプル

今回の実験では、①1カ所の節と隔壁を含むもの、②1カ所の節を含むがその隔壁を削り落したもの、③節を持たないものの3種類について1種類につき3本ずつ、合計9本のサンプルの圧縮強度を測定した。表3に示すように未乾燥サンプルの含水率は、すべてのサンプルについて表面、内面とも18%前後であった。また表7上段に示す圧縮強度は、KP、KB、Pの順に小さくなっており、この結果からは、モウソウチクの節と隔壁の有無と圧縮強度との関連性がうかがわれる。しかし、今回の実験に使用した各サンプルの長さは一定であったが、表2より断面各部の寸法もKP、KB、Pの順に小さくなっていることがわかる。そこで式1により単位面積当たりの圧縮強度(単位圧縮強度)を求めたところ、KB、KP、Pの平均値は、それぞれ4.1KN/cm<sup>2</sup>、4.3KN/cm<sup>2</sup>、4.4KN/cm<sup>2</sup>とほぼ一定になることがわかった。

$$\text{単位圧縮強度 (KN/cm}^2\text{)} = \text{圧縮強度 (KN)} / \text{平均材部面積 (cm}^2\text{)} \quad (\text{式1})$$

この結果から、節と隔壁の有無は圧縮強度とは、関連性が少ないことがわかった。藤川らの実験<sup>6)</sup>からは、マダケの圧縮強度は、節無しのサンプル、すなわちPタイプが



5.4KN/cm<sup>2</sup>、節と隔壁があるサンプル、すなわちKBタイプが2.4KN/cm<sup>2</sup>であることがわかった。この値は、本実験の結果と異なり、節の有無が圧縮強度と大きな関連を持っている。尾田は、竹の節部について、曲げ座屈防止のためのスティフナーの役割を果たしていると述べているが、マダケと比較した場合、モウソウチクの節部は、曲げ座屈に対する抵抗力に加え圧縮力に対しても円筒部分同様な抵抗力を持っているものと考えられる。

また池らは、竹材店より購入したモウソウチク、北九州市で伐採したモウソウチクの圧縮強度について、それぞれ5.0KN/cm<sup>2</sup>、6.9KN/cm<sup>2</sup>であると報告しており、<sup>9)</sup>いずれも本実験のKBの結果に比べて大きな値となっている。しかしこの報告には、使用したサンプルについて「節が1つであること」と「直径が100mm前後であること」は記述されているが、「サンプル伐採後の乾燥期間」については記述がない。したがってこの圧縮強度の違いは、サンプルの乾燥期間の違いによるものと考えられる。

## 5-2 乾燥サンプル

表6より乾燥前後における質量変化は、DKB、DKP、DPの順に小さくなっている。これはモウソウチクの節と隔壁に水分が円筒部よりも多量に含まれてことを示している。また、乾燥前後の長軸方向および短軸方向の肉厚変化については、表5より長軸方向が短軸方向よりも収縮率が高い。さらに表8より乾燥サンプルの単位圧縮強度は、DKB、DP、DKPの順に小さくなっていることがわかる。しかし、未乾燥サンプルの単位圧縮強度と比較すると、すべて約2倍となっている。尾田は、モウソウチク断面の維管束鞘が外側ほど密に分布しており、これらがFRP（繊維強化プラスチック）の強化繊維の役割を担っていることを示唆していること<sup>4), 5)</sup>から、本実験の乾燥サンプルにおいて長軸方向の肉厚が短軸方向よりも大きな収縮を示すとともに、圧縮強度が未乾燥サンプルよりも大きく増大した結果について次のような考察を行うことができる。

- ① 乾燥によってサンプル内部の水分が蒸発し、断面積が収縮することで、断面全体にわたって維管束鞘の分布密度が高まった。
- ② 本実験で使用したモウソウチク内側においては、未乾燥時には維管束鞘の分布密度が短軸方向よりも長軸方向が疎であったが、長軸方向がより大きく収縮したことで断面全体の維管束鞘分布が均一となった。これはサンプルの欠陥部分を少なくするという効果を生み、圧縮に対して強い抵抗力を示す結果につながったと考えられる。
- ③ DKBタイプでは、円筒部よりも含水量が多い節と隔壁部の水分が蒸発することにより、モウソウチクの節がスティフナーとしての役割よりも、上下の円筒部の維管束鞘を接続する継ぎ手としての役割をより強く果たすこととなった。これがDKBタイプが3種類のサンプル中で最大の圧縮強度を示した原因であると考えられる。

- ④ DKPタイプがDPタイプよりも圧縮強度が弱くなった原因としては、ノミを使用して隔壁の削除をしたときに内壁を傷つけ、維管束鞘を切断してしまったことが考えられる。

## 6. まとめ

本研究レポートは、尾道市の斜面地において害植物となっているモウソウチクを有効活用するための基礎的な研究として、圧縮試験の結果を報告したものである。実験は、モウソウチクの節と隔壁の有無、乾燥の有無という条件で行った。その結果、未乾燥サンプルについては、節と隔壁の有無は圧縮強度に影響しないことがわかった。一方、乾燥サンプルについては、節の有無にかかわらず乾燥サンプルよりも高い圧縮強度を示したが、節と隔壁を持つものの方が持たないものよりもさらに高い圧縮強度を示すことがわかった。

今回の実験では、未乾燥サンプルの圧縮試験において均一な太さのサンプルが使用できなかったこと、乾燥サンプルの作成において乾燥時に割裂してしまい十分なサンプル数が得られなかったことなどの問題点があった。今後、これらの点について検討し、精度を高めた実験を行いたいと考える。さらに尾道市のモウソウチクについて、引張試験や曲げ試験など行い、建材としての活用を目指した研究を展開していきたいと考える。

### 【参考文献】

- 1) 日本林業技術協会／編：森林・林業百科事典，丸善，p635 (2001)
- 2) 岡本はえ，田中幸男，小西恵美子，柏木治次：原色日本園芸竹笹総図説，はあと出版，p148 (1991)
- 3) 林野庁／編：森林・林業統計要覧 2008，林野弘済会 (2008)
- 4) 尾田十八：竹材の力学構造と形態，日本機械学会論文集 (A編)，46 (409)，p997-p1006 (1980)
- 5) 尾田十八：竹のバイオメカニクス，バイオメカニクス学会誌，5 (1)，p7-p13 (1981)
- 6) 藤川将登，田中 圭，宮内裕之，角上靖和，足達浩一，井上正文：丸竹の材料特性に関する基礎的研究 (その1) 圧縮実験及び曲げ実験，日本建築学会九州支部研究報告，43，p345-348 (2004)
- 7) 藤川将登，角上靖和，田中 圭，足達浩一，井上正文：丸竹の材料特性に関する基礎的研究 (その2) 竹の含水率が圧縮及び引張強度に与える影響，日本建築学会九州支部研究報告，44，p457-460 (2005)
- 8) 田中 圭，藤川将登，角上靖和，足達浩一，井上正文：丸竹の材料特性に関する基礎的研究 (その3) 圧縮強度及び座屈の挙動に関する考察，日本建築学会九州支部研究報告，44，p461-464 (2005)
- 9) 池 智大，依田浩敏：竹の建築構造材利用のための実験的研究，日本建築学会大会学術講演梗概集 (九州)，p33-p34 (2007)