

申請者	学科名	情報システム工学科	職名	助教	氏名	小武内 清貴																																																											
調査研究課題	竹バイオマスからなる熱硬化性成形原料の創生																																																																
調査研究組織	氏名	所属・職		専門分野	役割分担																																																												
	代表	小武内清貴	情報工学部・助教		材料力学	研究の計画・総括																																																											
	分担者	長山貴昭	長山鉄工所・代表取締役		機械製作	試作装置の製作支援																																																											
調査研究実績の概要	<p>本助成を受け、1年間の研究活動を行い、以下の成果を得た。</p> <p>1. 成形条件と成形品の曲げ強度との関係</p> <p>本助成により調達した試薬および器具を用いて、竹のみからなるバイオマスプラスチック（BP）の成形条件とその曲げ強度との関係を調査した。具体的には、BPの母材である竹粉の過熱水蒸気処理温度（T_d）と成形温度（T_m）を変化させ、その際の成形品の曲げ強度・曲げ剛性および破断ひずみを評価した。</p> <p>その結果、以下の結果を得た。図よりBP成形品の曲げ特性は、T_dよりもT_mの影響を強く受けることが分かった。</p>																																																																
<p>地域貢献への反映を踏まえて記述のこと</p>	<p>Figure 1 consists of three line graphs showing the bending characteristics of BP (Biomass Plastic) as a function of processing temperature T_d (160°C to 220°C) for three different molding temperatures T_m (150°C, 175°C, and 200°C). The graphs show that the bending strength, flexural modulus, and fracture elongation all increase with T_d up to 200°C and then decrease at 220°C. The 200°C T_m series consistently shows the highest values across all three metrics.</p> <table border="1"> <caption>Approximate data from Figure 1</caption> <thead> <tr> <th rowspan="2">T_d [°C]</th> <th colspan="3">Bending strength σ_B [MPa]</th> <th colspan="3">Flexural modulus E_B [GPa]</th> <th colspan="3">Fracture elongation ϵ_B [%]</th> </tr> <tr> <th>150°C</th> <th>175°C</th> <th>200°C</th> <th>150°C</th> <th>175°C</th> <th>200°C</th> <th>150°C</th> <th>175°C</th> <th>200°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>160</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>25</td> <td>1.5</td> <td>2.5</td> <td>4.5</td> <td>0.5</td> <td>0.8</td> <td>0.9</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>10</td> <td>20</td> <td>40</td> <td>2.0</td> <td>3.5</td> <td>6.5</td> <td>0.5</td> <td>0.7</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>15</td> <td>30</td> <td>45</td> <td>2.5</td> <td>4.5</td> <td>6.5</td> <td>0.5</td> <td>0.7</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>220</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>25</td> <td>3.5</td> <td>4.5</td> <td>4.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> </tr> </tbody> </table>						T_d [°C]	Bending strength σ_B [MPa]			Flexural modulus E_B [GPa]			Fracture elongation ϵ_B [%]			150°C	175°C	200°C	150°C	175°C	200°C	150°C	175°C	200°C	160	10	15	25	1.5	2.5	4.5	0.5	0.8	0.9	180	10	20	40	2.0	3.5	6.5	0.5	0.7	0.8	200	15	30	45	2.5	4.5	6.5	0.5	0.7	0.8	220	15	15	25	3.5	4.5	4.5	0.5	0.5	0.5
T_d [°C]	Bending strength σ_B [MPa]			Flexural modulus E_B [GPa]				Fracture elongation ϵ_B [%]																																																									
	150°C	175°C	200°C	150°C	175°C	200°C	150°C	175°C	200°C																																																								
160	10	15	25	1.5	2.5	4.5	0.5	0.8	0.9																																																								
180	10	20	40	2.0	3.5	6.5	0.5	0.7	0.8																																																								
200	15	30	45	2.5	4.5	6.5	0.5	0.7	0.8																																																								
220	15	15	25	3.5	4.5	4.5	0.5	0.5	0.5																																																								
Fig.1 Bending characteristics of BP.																																																																	

2. BPの最適成形条件の把握

先の結果より、BPの強度はBPの母材である竹粉の過熱水蒸気処理温度 (T_d) と成形温度 (T_m) に依存して変化することがわかった。そこで、 T_d および T_m の違いがBPの成形に及ぼす因子を成形材に含まれるリグニンの①低分子化、②熱流動性、③熱硬化性、および成形材に含まれるヘミセルロースの④含有量、⑤成形後の残存量、⑥成形中の炭化、の計6つの観点から評価し、最適成形条件の把握を試みた。

まず、①～③について評価した結果を下図に示す。

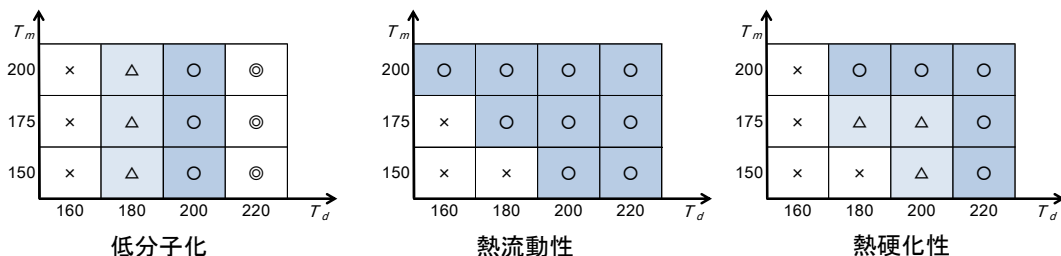


Fig. 2 Tendency of lignin.

また、④～⑥について評価した結果を下図に示す。

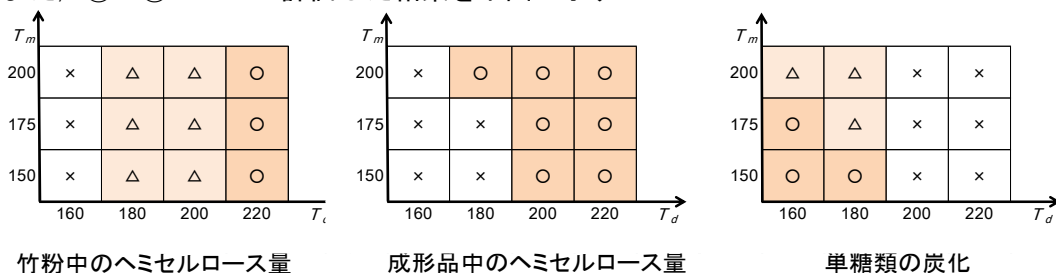
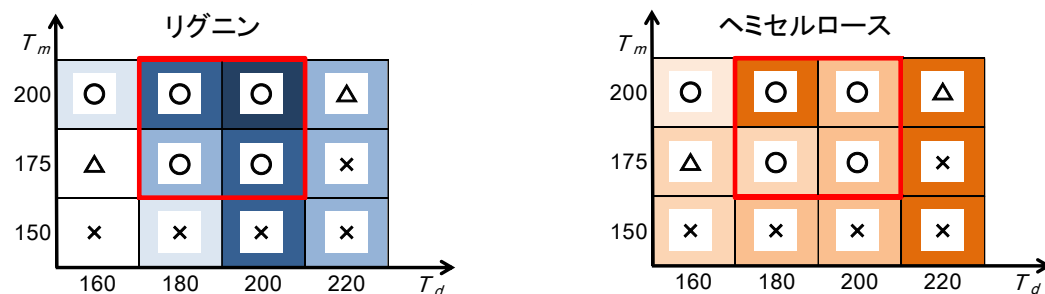


Fig. 3 Tendency of hemi-cellulose.

これらの結果をそれぞれ重ね合わせた結果を下図に示す。



図中赤口で囲んだ範囲が凡そ最適と考えられる条件であり、この結果を先の曲げ試験結果と定性的に一致した。

このことから、竹からのみなるBPの曲げ特性に及ぼす因子として、母材リグニンの変化（低分子化・熱流動性・熱硬化性）およびヘミセルロースの変化（含有量・残存量・炭化）が挙げられ、これらを最適にすることによって成形品の曲げ特性をより向上可能であることが示された。

調査研究実績
の概要

地域貢献への
反映を踏まえ
て記述のこと

成果資料目録

- (1) Kiyotaka Obunai, Tadao Fukuta, Koichi Ozaki and Sayaka Ikeno, Development of green composites using decomposed bamboo powder, INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING SCIENCES AND RESEARCH TECHNOLOGY, Vol. 4, No. 12, pp.171-176(2015)
- (2) Sayaka Ikeno, Kiyotaka Obunai, Tadao Fukuta, Koichi Ozaki, Decomposition of bamboo powder for eco-friendly material development by using superheated steams, Advances in Materials, Special Issue, New Methods of Extraction and Characterization of Plant Fibers, pp.1-6, 2015