

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年4月30日現在

機関番号： 14101
 研究種目： 挑戦的萌芽研究
 研究期間： 2011～2012
 課題番号： 23658200
 研究課題名（和文） 炭素循環型・生分解可能なバイオマス材料の開発研究
 研究課題名（英文） Development of Biodegradable Biomass Materials for Carbon Circle

研究代表者

王 秀崙 (WANG XIU LUN)
 三重大学・大学院生物資源学研究所・教授
 研究者番号： 40223705

研究成果の概要(和文)：

本研究は未利用バイオマスに多く含まれる植物繊維の再結合を利用して何の添加剤を加えずに生分解性バイオマスマテリアルを開発することを目的とする。海藻、トウモロコシの藁、稲藁等に対し離解処理をし、圧縮成形を行うことによって板状の材料を作製することができた。また作製したバイオボードは一定の強度を持つことが分かった。本研究では接着剤等の化学物質をまったく使わずに繊維の再結合を利用してバイオボードを作製することができた。

研究成果の概要(英文)：

The purpose of this study is to utilize the biomass material to produce Bio-board to substitute the oil-based plastic materials. In this study, sea alga, corn stalks, rice straw, wheat straw were used for making Bio-board. The making process that consist of cutting, soaking, refining, pressing and drying were carried out, and mechanical properties of Bio-board was investigated by bending test and tensile test. As the result, Bio-board using sea alga, corn stalks, rice straw, wheat straw were made successfully without any chemical adhesive, and the mechanical strength of Bio-board were different due to raw materials used in Bio-board and showed a certain value in rupture stress.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農業工学・農業環境工学

キーワード：バイオマス，バイオマスマテリアル，海藻，農産物の藁，圧縮成形，廃棄物利用，生分解可能

1. 研究開始当初の背景

石油等の化石資源がいずれ枯渇するので、再生可能な生物資源の開発が必要である。化石資源を消費し続けると地球環境や

生態系が大きな変動をきたす恐れがある。

近年、近海の富栄養化による大量発生 of 海藻アナアオサが、ほとんど利用されていないため、異臭放出や海浜公園の景観を損な

ったり海水浴の妨げになったりしている。また、広面積に栽培しているトウモロコシの藁（中国，米国）が大量に余っている。その利用が強く求められている。本研究では、何らの接着材を使用せず完全に生分解可能なバイオマス材料を開発するために、バイオマスに含まれる植物繊維成分に着目し繊維再結合を利用して物理的手法を用いてバイオボードを作製し、プラスチック等に代わる生分解可能な材料としての利用を目指す。

2. 研究の目的

本研究は未利用バイオマスに多く含まれる植物繊維の再結合（水素結合）を利用して何の添加剤を加えずに生分解性バイオマス材料を開発することを目的とする。陸上の未利用植物の茎葉（トウモロコシの藁，稲藁等）や海藻（海草）に対し離解処理をし、圧縮成形を行うことによって板状の材料を作製することを試みる。作製したボードを包装材料や建築材料，農業資材への応用を目指す。本研究では、未利用海藻アナアオサ，海草アマモ及び農産物の副産物としてのトウモロコシの藁等を用いて省エネで物理的な手法でバイオボードを開発する。

海藻や農産物の藁を切断し，水に浸してからリファイニングを行って繊維を単離させる。それから金型に充填して熱プレス機によるバイオボード作製実験を行う。ここで，リファイニング処理方法，圧縮成形に条件である圧力と乾燥温度等によるバイオボード強度への影響を調べる。強度の高いバイオボードを作製するための条件を見出す。実際への応用を考える場合，解決すべき一連問題を特定し，解決方法を検討する。

3. 研究の方法

海藻や藁を以下のプロセスを用いて

バイオボードを作製する。すなわち，細断，浸漬，離解，圧縮成形，乾燥である。海中に浮遊しているアナアオサと海底に生育しているアマモを採取し，洗浄による塩分と雑物の除去をしてから保存のため，日陰で約48時間自然乾燥させた。実験に際して乾燥アナアオサを水に約12時間浸けて戻した後，水に浸けたままアナアオサをミキサー，アマモを電動臼で破碎する。破碎後のアナアオサだけをそのまま圧縮成型を行うものと、温度35℃で72時間離解処理をした後，圧縮成型を行うものの二通り分けて実験を行った。処理したアナアオサは金型に充填し，乾燥圧縮成形を行った。乾燥圧縮成形には熱プレス機を用いて圧縮成形しながら乾燥処理を行った。熱プレス機の設定温度は90℃～110℃にし，最大圧縮圧力は4MPaと5MPaまで段階的に増やしていく。以上の作製条件を組み合わせ計6種類の実験条件でバイオボードを作製した。またトウモロコシの藁，稲わらを切断機で切断し，水に浸す。168時間後ビートリファイナーを用いてリファイニング処理を行う。リファイニング処理では，繊維を単離させ，パルプを作る。それから72時間水の中で繊維を毛羽立たせる。そのあと100mm×100mm×50mmの金型に充填し，ホットプレスによって熱と圧力を加え，圧縮成形を行い，バイオボードを作製する。圧縮成型時の最大圧力を2MPaから8MPaまで1.5MPa間隔で変化させ，乾燥温度は110℃であった。作製したバイオボードから曲げ試験と引張試験用の試験片を切り取り曲げ試験と引張試験に供試した。強度実験において，試験片の変形と応力を計測し，その関係を描いた。試験片に対し，破断するまで曲げ試験や引張試験を行う。各作製

条件下におけるバイオボードの破断応力を測定する。圧力と乾燥温度によるバイオボードの強度への影響を調べ、適正作製条件を見出す。

4. 研究成果

まず、海藻アナアオサを用いてバイオボードを作製することができた。アナアオサを用いて作製したバイオボードでは、同じ作製条件においてもその破断応力が一定ではなく変動することが分かった。これは、繊維の方向や不均質などによるものでバイオマスの特徴が現れたと言える。全ての作製条件下で作製したバイオボードの破断応力は 17.09MPa~75.30MPa の範囲内にある。トウモロコシの藁を原料とし、リファイニング処理を行ったあと、最大負荷圧力を 2.0MPa から 8.0MPa まで 1.5MPa ずつ変えてバイオボードを作製した。いずれの条件においてもバイオボードを作製することができた。ここで、トウモロコシの藁で作製したバイオボードの強度について述べることにする。図1はトウモロコシの藁で作製したバイオボードの曲げ試験結果で、各作製条件下における破断

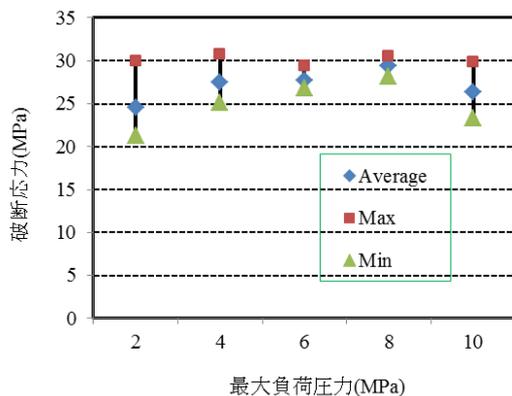


図1 曲げ試験における破断応力

応力を示す。この図よりいずれの実験条件下においても一定の強度を持つバイオボードを作製することができた。各作製条件下におけるバイオボードの破断応力は 22MPa~31MPa の範囲内にある。負荷した最大圧力に

よる曲げ強さへの影響は顕著に現れなかった。引張試験においてはバイオボードの曲げ破断応力は作製条件によって若干異なるが、

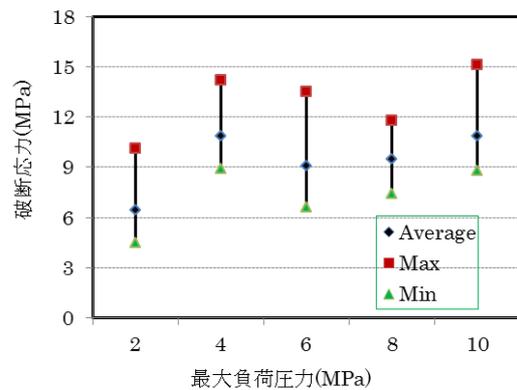


図2 引張試験における破断応力

顕著な傾向が見られなかった。ただ、いずれの作製条件においても同じボードから切り出した試験片の破断応力が若干変動している。この変動は、一つバイオマス材料自身の不均質によるものと考えられる。もう一つは試験片の寸法の計測誤差も含まれている。さらに繊維の再結合の強さもバイオボードの強さに大きな影響を及ぼしていると考えられる。作製したバイオボードに対し行われた引張試験結果は図2に示す。

この図においては、引張破断応力は 4MPa ~15MPa の範囲内にある。作製時に加えた圧力が 2MPa の場合の破断応力がやや低かったが、その他の作製条件下のバイオボードの破断応力には大きな差が見られなかった。やはり同一バイオボードにおいても局所によっては破断応力が異なる値を示している。バイオマスの不均一性や繊維結合の具合等の影響が現れていると推測する。最大負荷圧力が 10MPa の場合、破断応力が一番大きいことが分かった。すなわちバイオボードの強度が強いということである。さらにこれは恐らく 10MPa の場合は繊維間再結合に有利だと推測される。繊維間の再結合は圧力ではなく水素結合によってなされているので、

「ウォーターブリッジ」の役割が大変重要である。さらに、稲藁、麦藁を用いてバイオボードを作製することも成功した。同様に曲げ試験や引張試験も行った結果、一定の強さを持つことと、最大負荷圧力 5MPa の場合、破断応力が一番大きいことがわかった。稲わらで作製したバイオボードの曲げ破断応力は図 3 に示す。

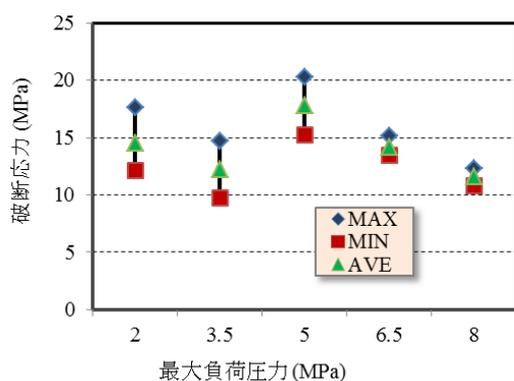


図 3 稲わらの破断応力

図 3 から稲わらで作製したバイオボードの破断応力は作製条件によって異なるが、10MPa～20MPa の間に変動している。最大負荷圧力 5MPa の場合の破断応力がやや大きな値を示している。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 4 件)

- (1) Tingting WU, Xiulun WANG, Koji KITO: Production of Biodegradable Board Using Corn Straw and Its Mechanical Properties, *Advanced Materials Research*, 査読あり, Vols. 602-604, pp1190-1195, 2012.
- (2) 王 秀崙・鬼頭孝治・呉 婷婷・中井良平: 植物バイオマスを用いたバイオボードの作製, *農業機械学会関西支部報*, 査読なし, 112, 42, 2012.
- (3) Tingting Wu, Xiulun Wang, Koji Kito, Meijuan Song and Ryohei Nakai: Mechanical Properties and Producing Process of Bio-board Using Corn Straw, 農

業機械学会関西支部報, 査読なし, 111, 23-24, 2012.

- (4) 王 秀崙・鬼頭孝治・孫 昊・Wu Ting Ting・辻 毅: トウモロコシのワラを用いたバイオボードの作製, *農業機械学会関西支部報*, 査読なし, 110, 21, 2011.

[学会発表] (計 4 件)

- (1) 鈴木孝明・王 秀崙・鬼頭孝治・呉 婷婷・中井良平・張 瑾: ムギワラを用いたバイオボードの作製に関する研究, *農業機械学会関西支部第 129 回例会*, 2013 年 3 月 5 日, 神戸大学.
- (2) Tingting WU, Xiulun WANG, Koji KITO: Production of Biodegradable Board Using Corn Straw and Its Mechanical Properties, *Advanced Materials Research*, September. 22~24, 2012, Guangzhou, China..
- (3) 王 秀崙・鬼頭孝治・呉 婷婷・中井良平: 植物バイオマスを用いたバイオボードの作製, *農業機械学会関西支部第 127 回例会* (2012)、大阪府立大学農学部、大阪府堺市.
- (4) Tingting Wu, Xiulun Wang and Koji Kito: Development of Biomass Materials Using Corn Straw. The 18th Tri-University International Joint Seminar & Symposium, Oct., 2011, Zhenjiang, China.

6. 研究組織

研究代表者

王 秀崙 (WANG XIU LUN)

三重大学・大学院生物資源学研究所・教授

研究者番号: 40223705