

オゾン処理した稲わらの引張破壊特性 Tensile Fracture Properties of Ozone-Treated Rice Straw

○島本由麻*, 小泉翔**, 眞家永光*, 馬場光久*, 鈴木哲也***

Yuma SHIMAMOTO*, Sho KOIZUMI**, Nagamitsu MAIE*, Mitsuhiisa BABA* and Tetsuya SUZUKI***

1. はじめに

近年、地域の持続的発展の観点から、地域資源の有効活用が求められている。その中でも、もみ殻および稲わらは我が国最大の農業バイオマスであるにもかかわらず、その大部分が未利用のまま廃棄されているという現状がある。

そこで、筆者らは、もみ殻灰および稲わら繊維を有効活用し、環境親和性を有する構造材料の開発を試みている¹⁾。繊維の混和においては繊維の高強度化やマトリックスとの界面付着性の向上が課題として挙げられる。このため、既往研究では繊維のアルカリ処理やオゾン処理による表面改質が進められている²⁾。特に、オゾン処理はコスト効率が高く環境負荷低減に寄与できると考えられるが、稲わらを対象としてはほとんど行われていない。本報では、オゾン処理した稲わらの引張破壊特性について検討した結果を報告する。

2. 実験方法

供試体には、イネの第3節間から切出した繊維束を用いた。実験ケースとして、オゾン処理を施さないケースとオゾン処理を2, 4, 6時間で施す合計4ケースを用意した。オゾン処理はオゾン発生器とナノバブル発生器を併用したガス溶解法により実施した。中性ヨウ化カリウム法により測定した結果、単位時間あたりに暴露したオゾン

濃度は $2.0 \times 10^{-2} \text{ g/m}^3 \text{ h}$ であった。

オゾン処理後、試験片を長径0.5mm程度となるように抜出し、繊維束の長径および短径を顕微鏡写真および厚み測定器を用いて測定した。各ケース50本を対象に引張強度試験をJIS L 1069に準拠して実施した。試験条件は、標点距離20mm、試験速度10mm/minとした。断面積は断面を楕円と仮定して算出した。

繊維束断面を詳細に観察するため、各ケースの代表的なサンプルの断面を走査電子顕微鏡(SEM)により5kVで撮影した。

3. 結果および考察

繊維束断面のSEM写真を図-1に示す。2, 4時間処理では未処理と比較して、繊維束の緻密化が確認された。特に、2時間ではその傾向が顕著に示された。これは、オゾン処理により、カルボキシ基が形成され、比表面積が大きくなったためだと推察される。一方、6時間では繊維が分散し、き裂を有していた。オゾン処理によって、繊維質間結合が切断され、繊維の連結を維持できなくなったためだと考えられる。

代表的な供試体の応力ひずみ曲線を図-2、引張強度のワイブル分布を図-3に示す。ひずみは6時間処理では平均で20%低下することが明らかになった。繊維質間結合の減少に伴い、脆性化が進行したためであると考えられる。

*北里大学獣医学部 School of Veterinary Medicine, Kitasato University

**共和化工株式会社(旧北里大学獣医学部) Kyowa Kako Company Limited

***新潟大学自然科学系(農学部) Faculty of Agriculture, Niigata University

キーワード: 稲わら, オゾン処理, 引張破壊

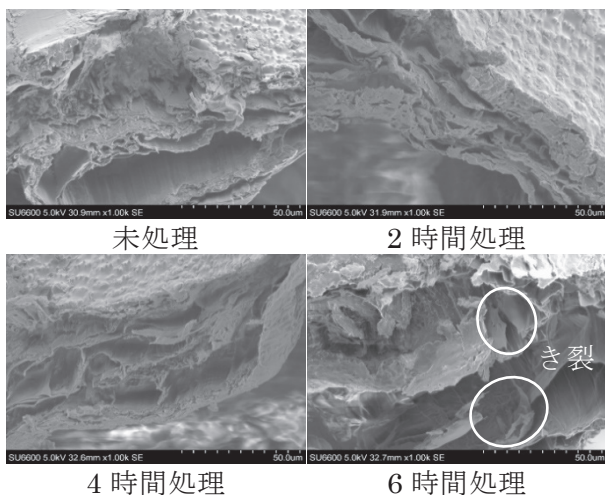


図-1 繊維束断面のSEM写真

Fig. 1 SEM photograph of rice straw's cross section

引張強度は未処理と比較して、2時間で14%、4時間で7%増加した。一方、6時間では未処理と比較して24%も低下し、5%水準でその他のケースと有意差が認められた。既往研究において、オゾン処理した炭素繊維では引張強度の低下が確認されなかった一方³⁾、天然繊維であるジュートでは処理時間に伴って引張強度が低下し、繊維束が単繊維に分割されていくことが明らかにされている⁴⁾。本研究でもジュートと類似した結果を示したことから、天然繊維においてはオゾン処理時間を考慮する必要があると考えられる。

4. まとめ

オゾン処理した稲わらの引張特性を検討した結果、2~4時間の処理では繊維束が緻密化し、引張強度が増加した。6時間以上の処理では繊維が脆性化し、引張強度が低下することが明らかになった。

引用文献

1) Shimamoto, Y. and Suzuki, T.: Recycle of Rice Husk into Agro-Infrastructure for Decreasing Carbon Dioxide, Paddy and Water Environment, Vol. 17, No.3, pp. 555-559, 2019.

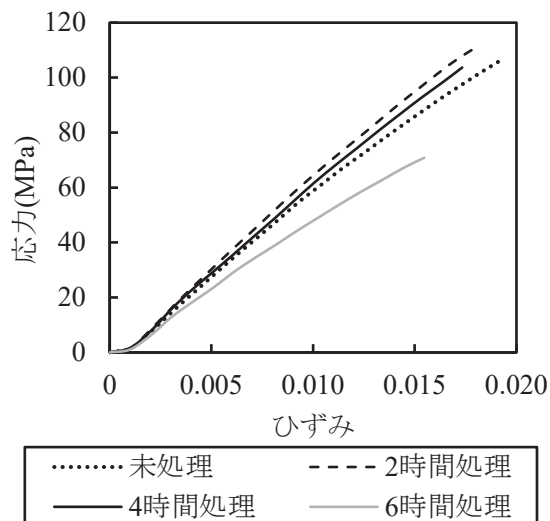


図-2 代表的な応力ひずみ曲線

Fig. 2 Stress-strain curve

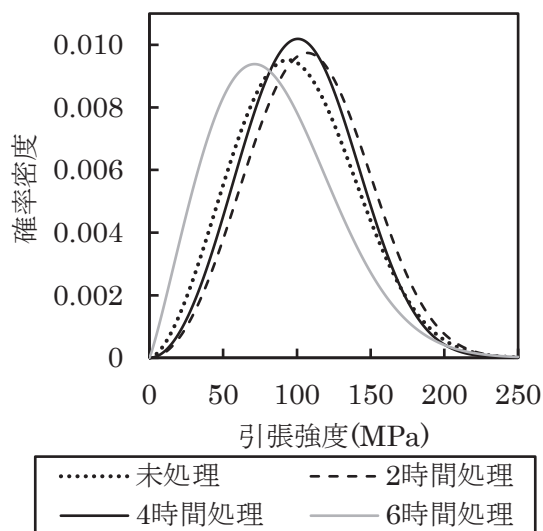


図-3 引張強度のワイブル分布

Fig. 3 Weibull distribution of tensile strength

2) Baheti, V. et al.: Reinforcement of ozone pre-treated and enzyme hydrolyzed longer jute micro crystals in poly lactic acid composite films, Composites Part B: Engineering, Vol. 95, pp. 9-17, 2016.

3) Maqsood, H.S. et al.: Ozone treatment of jute fibers, Cellulose, Vol. 24, pp. 1543-1553, 2017.

4) 鈴木義雄ら：オゾン処理した炭素繊維からなる多孔質体の調製とその熱りん酸中における耐食性評価, Electrochemistry, Vol, 80, No. 12, pp. 995-999, 2012.