

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年6月11日現在

機関番号：27103

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22500721

研究課題名（和文） 吸水部分を水洗トイレに流せる紙おむつ実現のための基礎研究

研究課題名（英文） Research on disposable diaper whose absorbent part can be separated from the main body and be flushed down the toilet

研究代表者

吉村利夫（YOSHIMURA TOSHIO）

福岡女子大学・国際文理学部・教授

研究者番号：20347686

研究成果の概要（和文）：吸水部分を水洗トイレに流せる紙おむつを実現するためのキー技術である生分解性を有する高吸水性樹脂を創製する検討を行った。セルロースをはじめとした多糖類を原料に、誘導体化や架橋を行うことによって、吸水性能と生分解性に優れた高吸水性樹脂を得ることができた。

研究成果の概要（英文）：Investigation on biodegradable superabsorbent hydrogels has been carried out to realize the diaper whose absorbent part can be separated from the main body and be flushed down the toilet. Hydrogels with high water absorbency and good biodegradability were successfully obtained by chemical modification and/or crosslinking of various kinds of polysaccharides such as cellulose.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2011年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・生活科学一般

キーワード：生活素材、紙おむつ

1. 研究開始当初の背景

紙おむつは使い捨ての手軽さや衛生面での利点があり、国内では9割程度の乳幼児に使用されている。また、高齢化が進む中、大人用紙おむつの使用量が急速に増加している。すなわち紙おむつは育児と介護の必需品であり、その重要性は今後ますます増すと考えられている。使用後の紙おむつは多くの地方自治体では可燃ごみとして分類され、焼却処理されている。ごみ焼却場ではダイオキシン発生抑制のために800℃程度の高温で焼却している。現行の使用済み紙おむつは水分を多量に含み高温焼却の妨げとなるため、重油などの助燃剤を使用して焼却温度の低下を

防いでおり、環境負荷の大きな処理が行われている。また、使用済み紙おむつはかさばるため、運搬時の負荷も小さくない。

2. 研究の目的

高分子吸収材を生分解可能なものに置き換え、使用後に吸水部分を紙おむつ本体から容易に分離できるように設計すれば、吸水部分を水洗トイレに流すことで、下水処理場での処理が可能になる。残りの本体部分は水分をほとんど含まないため、焼却処理時の環境負荷は大幅に低減することができる。また、ごみ発生量を抑制できるため、運搬に要する負荷も低減できる。

3. 研究の方法

生活関連素材である綿セルロースを化学修飾することによって下水処理場の活性汚泥で分解可能な高分子吸収材を得る検討を行う。具体的処方としては、綿セルロースにスペーサー基を導入した上で親水基を導入することで、従来困難であった吸水性と生分解性の両立を目指すものである。スペーサー基としてはプロピレンオキシドやエチレンオキシド、親水性側鎖としてはカルボキシメチル基などの汎用材料の活用を中心に検討し、コスト面も配慮する。

4. 研究成果

(1) ヒドロキシプロピルセルロースのカルボキシメチル化

セルロースにプロピレンオキシドを付加させた後にクロロ酢酸を用いてカルボキシメチル化する検討を行った。生成物は良好な生分解性を示したが、吸水性能がやや低かった。しかしながら、これらの結果はセルロース骨格と親水基との間に適当なスペーサーがあると両立可能な範囲が存在する可能性があることを示唆しており、引き続きこのコンセプトを元に検討を進めた。

(2) 硫酸基の導入

スルホン酸基がエステル結合によって結合した硫酸セルロースについては系統だった検討はなされていなかったため実施した。ジビニルスルホンによって架橋したものは、高い吸水性と良好な生分解性を有していた。しかし、食塩水中での吸水性能はさほど高くなく、当初期待した効果は認められなかった。

(3) グルタル酸エステル化

反応促進剤として 4-ジメチルアミノピリジンを用い、コハク酸無水物でエステル化したコハク酸セルロースは、吸水性と生分解性に優れていることが明らかにされた。しかし、コハク酸セルロースは特異的に加水分解しやすいことが知られており、このために易生分解性が実現している可能性があった。この点を確認するため、コハク酸よりも炭素数が 1 つ多いグルタル酸無水物を用いて、エステル化を行い、生成物の吸水性と生分解性をコハク酸セルロース系高吸水性樹脂と比較した。その結果、グルタル酸無水物はコハク酸無水物よりやや反応性が低く、60℃程度に加熱して初めてエステル化した。

反応生成物の吸水性はグルタル酸無水物の添加量が 10 モル倍のものが最も高く、純水中で 420 g/g、0.9%食塩水中で 140 g/g、3.5%食塩水中で 100 g/g と、コハク酸セルロースよりも高い吸水性を示した。活性汚泥中の生分解性は、未変性のセルロースに匹敵する良好なものであり、コ

ハク酸セルロースと同等であった。このことから、側鎖にエステル結合を経由して親水基を導入した本研究のセルロース誘導体は、吸水性と生分解性両立可能であることが明らかとなった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 10 件)

1. Yoshimura, T., Matsumura, M., and Fujioka, R., Preparation and Characterization of Superabsorbent Hydrogels from Carrageenan Crosslinked by Acid-base interaction, Bulletin of Faculty of Human Environmental Science, Fukuoka Women's University, 査読無, 43, 1-4 (2012).
2. Yoshimura, T., Makino, H., and Fujioka, R., Synthesis and Properties of Superabsorbent Hydrogels Based on Alginate: Effect of Taurine as Pendant Group, Bulletin of Faculty of Human Environmental Science, Fukuoka Women's University, 査読無, 43, 5-8 (2012).
3. Yoshimura, T., Shin, S., and Fujioka, R., Preparation of Superabsorbent Hydrogels from Pectin Crosslinked by Divinylsulfone, Bulletin of Faculty of Human Environmental Science, Fukuoka Women's University, 査読無, 43, 9-12 (2012).
4. Yoshimura, T., Kato, Y., and Fujioka, R., Synthesis and Properties of Superabsorbent Hydrogels Based on Sodium Polyitaconate and Some Polysaccharides, Bulletin of Faculty of Human Environmental Science, Fukuoka Women's University, 査読無, 42, 7-10 (2011).
5. Yoshimura, T., Negishi, M., and Fujioka, R., Attempted Synthesis of Superabsorbent Hydrogels Based on Sodium Polymalate and Their Properties, Bulletin of Faculty of Human Environmental Science, Fukuoka Women's University, 査読無, 42, 11-14 (2011).
6. Yoshimura, T., Yamaguchi, K., and Fujioka, R., Synthesis and Properties of Superabsorbent Hydrogels with Crosslinker Based on Cotton Cellulose, Bulletin of Faculty of Human Environmental Science, Fukuoka Women's University, 査読無, 42, 15-19 (2011).
7. 吉村利夫, 紙おむつと木材資源, 木科学情報, 査読無, 18(1), 8-11 (2011).
8. Yoshimura, T., Kawano, Y., and Fujioka, R., Synthesis and Properties of Superabsorbent Hydrogels Based on Glucomannan and Succinic Anhydride, Bulletin of Faculty of Human Environmental Science, Fukuoka Women's University, 査読無, 41, 33-38 (2010).

[学会発表] (計 23 件)

1. Yoshimura, T., Ueda, M., and Fujioka, R., Synthesis and Properties of Superabsorbent Hydrogels Based on Cellulose and Glutaric Anhydride (The 9th SPSJ International Polymer Conference, Dec 12, 2012, Kobe, Japan)
2. Nishijima, M., Fujioka, R. and Yoshimura, T., Synthesis and Properties of Superabsorbent Hydrogels Based on Cellulose Sulfate and Chitin Sulfate (The 3rd International Cellulose Conference, Oct 10, 2012, Sapporo, Japan)
3. Yoshimura, T., Ueda, M., and Fujioka, R., Synthesis and Properties of Superabsorbent Hydrogels Based on Cellulose and Glutaric Anhydride (The 3rd International Cellulose Conference, Oct 10, 2012, Sapporo, Japan)
4. 西島明莉, 藤岡留美子, 吉村利夫, 硫酸キチン系高吸水性樹脂の合成と性質 (セルロース学会第 19 回年次大会, 2012 年 7 月 12 日, 名古屋)
8. 藤岡留美子, 上田桃子, 吉村利夫, グルタル酸セルロース系高吸水性樹脂の合成と性質 (セルロース学会第 19 回年次大会, 2012 年 7 月 12 日, 名古屋)
9. 安武 悠, 上田桃子, 藤岡留美子, 吉村利夫, グルタル酸セルロース系高吸水性樹脂の合成と性質 (第 49 回化学関連支部合同九州大会, 2012 年 6 月 30 日, 福岡)
10. 西島明莉, 藤岡留美子, 吉村利夫, 硫酸キチン系高吸水性樹脂の合成と性質 (第 49 回化学関連支部合同九州大会, 2012 年 6 月 30 日, 福岡)
11. 吉村利夫, 藤岡留美子, 環境適合型高分子吸収材の開発 吸水部分を水洗トイレで流せる紙おむつ実現への挑戦 (日本家政学会第 63 回大会, 2011 年 5 月 28 日, 東京)
12. 西島明莉, 藤岡留美子, 吉村利夫, 硫酸セルロース系高吸水性樹脂の合成と性質 (第 48 回化学関連支部合同九州大会, 2011 年 7 月 9 日, 福岡)
13. 西島明莉, 藤岡留美子, 吉村利夫, 硫酸セルロース系高吸水性樹脂の合成と性質 (セルロース学会第 18 回年次大会, 2011 年 7 月 14 日, 長野)
14. 吉村利夫, 藤岡留美子, 環境調和高吸水性樹脂の開発 (繊維学会秋期研究発表会, 2011 年 9 月 3 日, 香川)
15. Nishijima, M., Fujioka, R. and Yoshimura, T., Synthesis and Properties of Superabsorbent Hydrogels Based on Cellulose Sulfate (Pusan-Gyengnam/Kyushu-Seibu Joint Symposium on High Polymers (15th and Fibers (13th), Oct 27, 2011, Pusan, Korea)
16. (Invited) Yoshimura, T. and Fujioka, R., Development of Biodegradable Superabsorbent Hydrogels Based on Cellulose

- and Related Polysaccharides (Pusan-Gyengnam/Kyushu-Seibu Joint Symposium on High Polymers (15th and Fibers (13th), Oct 27, 2011, Pusan, Korea)
17. 讚井梨沙, 藤岡留美子, 吉村利夫, カルボキシメチルオキシプロピルセルロース系高吸水性樹脂の基礎検討 (第 47 回化学関連支部合同九州大会, 2010 年 7 月 9 日, 福岡)
 18. 西島明莉, 宋 穎, 藤岡留美子, 吉村利夫, スルホエチルデンプン系高吸水性樹脂の合成と性質 (第 47 回化学関連支部合同九州大会, 2010 年 7 月 9 日, 福岡)
 19. 平尾奈々, 小菌はる菜, 藤岡留美子, 吉村利夫, スルホエチルグアーガム系高吸水性樹脂の合成と性質 (第 47 回化学関連支部合同九州大会, 2010 年 7 月 9 日, 福岡)
 20. 讚井梨沙, 藤岡留美子, 吉村利夫, カルボキシメチルオキシプロピルセルロース系高吸水性樹脂の基礎検討 (セルロース学会第 17 回年次大会, 2010 年 7 月 14 日, 香川)
 21. 藤岡留美子, 小菌はる菜, 吉村利夫, スルホエチルグアーガム系高吸水性樹脂の合成と性質 (セルロース学会第 17 回年次大会, 2010 年 7 月 14 日, 香川)
 22. Yoshimura, T., and Fujioka, R., Development of Biodegradable Suprabsorbent Hydrogels based on Cellulose (The 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies, Dec 15, 2010, Hawaii, USA)
 23. Sanui, R., Fujioka, R., and Yoshimura, T., Synthesis and characterization of superabsorbent hydrogels based on carboxymethoxyalkylcellulose (The 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies, Dec 15, 2010, Hawaii, USA)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
出願年月日 :
国内外の別 :

○取得状況 (計 0 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :

番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等
<http://www.fwu.ac.jp/~yoshimura/top/top.htm>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉村利夫 (YOSHIMURA TOSHIO)
福岡女子大学・国際文理学部・教授
研究者番号：20347686

(2) 研究分担者

藤岡留美子 (FUJIOKA RUMIKO)
福岡女子大学・国際文理学部・助教
研究者番号：50199303