繊維木材等の炭化物の機能と応用

中川 和城 NAKAGAWA Kazuki
共同組合ラテスト

1. はじめに

最近健康、快適、安全と環境がキーワードの中で情報エレクトロニクス、車等の産業が伸びている。21世紀はゼロエミッションとして廃棄物のすべてのリサイクル化が求められている。環境を考えると価値観が180度変化してきて、例えばオゾン層を破壊するということで1995年トリクロロエタンは全廃になった。燃えなくて沸点80℃のすばらしい機能を持っていたとしても、人間にとって長い目で見ると害があるということで禁止になった。

従って、人間や自然界にやさしい技術が求められてきている。一昨年の建築廃材リサイクル法や住宅から放出されるホルムアルデヒドが0.3ppm以下に規制された。何故なら新建材等の揮発性有機化合物（VOC）などによるシックハウス症候群およびハウスダスト、ダニ等による小児喘息、アトピー等の増加が社会問題になっているからである。また、車やエレクトロニクスの発展に伴い、運動不足やストレスで自律神経に異常をきたしてうつ病になる人が多くなっている。文明の発展がもたらしたストレス等を取り除くためには、自然と触れ合うことが疲れを癒すことになる。

経済界も原油の値上がりで中国等の経済の急速な発展で需要が増え、原材料の値上がりで品物の不足など変化の激しい時で、リストラも絡まって大企業は高収益になってきている。日本の賃金が世界一と言うことで、一般的な物は国際競争力をなくしている。このような状況の中で環境ビジネスは年率4%伸び、さらに企業の従来の製品に健康、安全、快適の機能等の付加価値をつけることによって商品競争力がつくのではないだろうか。ここでは繊維屑のリサイクルをするために炭化を行い、アクリル繊維からできる過酸化水素分解触媒炭と天然繊維からできるアンモニア等の吸着（脱臭）が活性炭の20倍以上優れている炭化繊維について述べる。

木炭は多孔性で、消臭、調湿、抗菌、遠赤効果、マイナスイオン等に優れていて、このような性質を持っている備長炭、竹炭を繊維に練り込んだ衣類を着用すること

によって、健康、快適、安全等の機能を付与する。炭化による繊維屑のリサイクル技術の開発は1991年に設立した協同組合ラテストで行っている。異業種の技術研究組合として15年活動しており、1995年にはアンモニア臭を特異的に吸着する天然繊維屑炭化物の製造技術の開発に対して、全国中小企業融合化促進財団の優秀技術賞を受けている。

2. 繊維屑を原料とする炭化繊維の機能

2.1 アクリル繊維屑の炭化繊維の機能

■開発の背景

和歌山県高野口周辺および大阪府泉南ではパイル織物、毛布を製造しており、大きな地域産業を形成しているが、その際に多量の繊維屑（特にアクリルパイル屑）が産業廃棄物として排出されており、奈良県等で産業廃棄物として有料で処理されている。しかしながら、近年地球環境問題等でこうした処分場の確保も年々難しくなっており、その処分のあり方がこうした地域産業継続の大きな鍵となっている。この開発は従来の産業廃棄物から有用な資源（素材）を製造しようというものであり、地球環境、再資源化、産業の発展継続に資するものとして必要な物である。近年、日本国内の繊維産業は全盛の時の1/3位になっているが、世界的に考えると繊維屑のリサイクル化技術は必要である。

■開発の概要

アクリルパイル屑を蒸し焼きにし、さらに温度を上げて窒素雰囲気中で炭化処理することによって、炭化条件によって過酸化水素を効率よく長時間分解する触媒機能を持った炭化物を作った。この素材は表面積（1000m²/g）が大きいので吸着性に優れ、さらに難燃性、脱色性等についても優れている。（特許申請中）

■過酸化水素分解触媒RAC-37の吸着性能と過酸化水素分解性能

アクリル繊維屑の賦活炭化物は、過酸化水素を分解する以外は通常の活性炭と同程度である。

	比表面積 (m ² /g)	ヨウ素吸着量 (mg/g)	ベンゼン 吸着量(%)	メチレンブルー 吸着 (ml/g)	過酸化水素 分解(%)
RAC-37	1114	1251	41	200	80

■過酸化水素分解触媒 RAC-38 の特長と用途について

RAC-38は、アクリル繊維を主成分とした過酸化水素の分解触媒活性炭で、過酸化水素の分解反応に触媒作用を及ぼし、速やかに水と酸素に分解する。環境に優しく安全に使用できる触媒である。

特 長

1. 高濃度から低濃度にわたる過酸化水素を完全に分解できる。
2. 温度は約10～60℃、pHは1～13の範囲で完全に分解できる。
3. 過酸化水素を分解する過程で、色素の分解や脱色作用がある。
4. 安全で取り扱いが容易である。

適用分野

1. 過酸化水素を含む廃水の処理。
紙、パルプ、繊維、食品等の漂白後の廃水
2. 過酸化水素系の金属処理液の廃液処理。
金属表面処理を行なった後の過酸化水素含有廃液
3. 電子工業における過酸化水素含有液の処理。
過酸化水素—硫酸、過酸化水素—塩酸、
過酸化水素—アンモニア水等の廃液
4. 過酸化水素のミストやペーパーの処理。
5. 着色廃水の脱色処理
(過酸化水素との併用)。

RAC-38 と市販品の等量における過酸化水素分解ライフの比較

2.2 綿の繊維屑の炭化物の機能

綿の炭化は炭化温度を低温から中温位にコントロールすることによって、アンモニアに対して非常に早く反応し、吸着、脱着が何回でもできる性能を持っている。(特許第3310046号)

■イオネットの特長

- ①イオネットは植物性の繊維(屑)を炭化した脱臭炭化繊維である。
加工工程を含め、薬品類は全く使用していない。
- ②脱臭効果は、特にアンモニア類に対して抜群の効果を発揮する。但し、流速の速いところの脱臭は難しく、流れの少ない室内や冷蔵庫の脱臭にむいている。
- ③炎を上げずに燃える。一般の炭素繊維と異なり廃棄が簡単である。
- ④自重の約20倍の油を吸収し、撥水性がある。
- ⑤色々な形に加工できる。(例：フェルト、紙、糸)
- ⑥植物性繊維製品ならどんなものでも、その形を有したままイオネットになる。

(例：麻タオル、綿のテーブルクロス、ガーゼ)

- ⑦約100℃で1時間乾燥すると脱臭効果は再生される。
- ⑧氷点下の環境下でも脱臭性能は変わらない。冷凍庫の脱臭が可能である。
- ⑨抗菌効果は増減値差で3.8を示す。
- ⑩コナヒョーヒダニに対する忌避効果は忌避率76%。

■イオネットの脱臭力(吸着量)

イオネットと市販活性炭のアンモニアガス吸着性能の比較

	量 (g)	初期濃度 (ppm)	平衡濃度 (ppm)
イオネット	0.2	590	55
	0.5	510	30
	0.8	510	20
市販活性炭	0.5	420	400
	60.0	550	130

■イオネットのアンモニア吸着の再生後のアンモニア吸着量(ガス容量13L)

試料 (g)	再生回数 (回)	初期濃度 (ppm)	平衡濃度 (ppm)	吸着率 (%)
0.54	0	510	35	93
	1	590	55	91
	2	640	95	85
	3	480	40	92
	4	520	60	88
	5	470	40	91
	6	500	60	88

■イオネットの混紡糸のデータ

イオネットニットのアンモニア脱臭10回繰り返しテスト

洗濯後(洗濯回数1回)

イオネットニットのアンモニア脱臭洗濯テスト

■イオネットの紙への添加データ

イオネットを薄用紙に抄いたイオネットペーパーのアンモニア吸着性能を示す。坪量や炭素繊維含有率はいろいろ変えることができる。

イオネットペーパーのアンモニアガス吸着性能

3. 木炭の新用途

「故きを温ねて新きを知る」ということわざがあるが、今、木炭の燃料以外の用途が見直されてきている。例えば、水の浄化、脱臭剤、農業の土壌改良剤、電磁波の吸収、マイナスイオン等いろいろな効用があることがわかってきた。ゼロエミッション（廃棄物がゼロ）ということが21世紀に重要となり、環境、健康、快適を成し遂げる意味で全く新しい「産業集団」が形成されることが予測されている。21世紀に生き残る企業の条件は、生産性、品質向上、カンバンシステム、サービス、リエン

ジェアリングにおいてだけではない。なぜなら、これはどの企業も横並びになるからである。仮に違いがあるとしたら、その企業が真の意味で論理的、道義的、環境指向的の三要素を企業に織り込んでいなければならない。

戦後林野庁がヒノキ、スギを植林したが、これが10年位前から間伐する時期にきている。この間伐材、廃材、一般木材の炭化を行うことによって、木炭、木酢、木酢タールの利用を促進して環境との共生を成し遂げていくことが重要である。

4. 備長炭、竹炭の機能を繊維への応用

木質炭化物で現在市場性の高い備長炭、竹炭の微粉碎末をポリブチレンテレフタレート20%混合してマスターバッチを製造した。このマスターバッチを10%ポリエステルに練り込んで、1.4デニールのポリエステル糸を紡糸した。備長炭、竹炭の含有率は2%である。38mm長のファイバーにカットした後、コットンファイバーと3:7の割合で混合して#40単糸の木炭を練り込み(0.6重量%含有)ポリエステル/綿混紡糸を製造した。それらの繊維には脱臭性能が確認された。紫外線吸収性能や遠赤外線放射率は炭化物を含有しない糸に比較して高い結果が得られた。

4.1 備長炭練り込みポリエステル/綿混紡糸の機能評価

備長炭練り込みポリエステル/綿混紡糸の脱臭性能、遠赤外線放射率およびマイナスイオンを図1に示す。備

脱臭テスト

備長炭練り込み繊維マイナスイオン測定結果

測定機：神戸電波製ION TESTER KST-900

測定法：試料に対して60秒間人為的に摩擦（弱・強）を加え、その時発生するマイナスイオン数量（個/cc）を測定

図1 備長炭含有糸のテスト結果

遠赤外線放射率のFTIR測定

測定温度：35℃

測定機種：JIR-E500

長炭練り込み混紡糸は、良好な脱臭性能が確認された。摩擦によるマイナスイオン発生数は、綿100%糸と比較して強および弱摩擦とも約5倍であった。遠赤外線放射率は、練り込み混紡糸は綿100%糸と比較して波長13～25nmで若干高い放射率が測定された。備長炭練り込み混紡糸で編み上げたニット生地は、備長炭を含まないニット生地に比較して優れた紫外線吸収性能を示した。図2に示す。

4.2 竹炭練り込みポリエステル綿混紡糸の機能評価

竹炭練り込みポリエステル／綿混紡糸の脱臭性能、遠赤外線放射率およびマイナスイオン発生数を図3に示す。

図2 備長炭練り込みポリエステル紫外線測定結果

練り込み混紡糸の良好な脱臭性能が確認された。摩擦によるマイナスイオン発生数は強および弱摩擦で約3倍の発生数があった。遠赤外線放射率はポリエステル100%糸と比較して1～22nmの波長域で約20%高い放射率を示した。

5. 考 察

天然繊維の繊維屑の炭化物はアンモニアの脱臭や油の吸着に優れているが、強度が弱いので、炭化の前処理等で強度が上げれば用途が広がる可能性が高い。

アクリル繊維の炭化物は造粒物の強度を向上させる事によって過酸化水素分解時間を長く持続させられる。粉末にして不織布に含浸固着させ、フィルターとして接触面積を増やして圧力損失を良くすれば、過酸化水素含有廃液処理を大量に、早く処理することができる。

今回はポリエステルに練り込んだ炭化物として乾燥粉末を用いているので、粒径および練り込み率は糸の強度や編み織り効率に大きな影響を及ぼす。粒径が大きい炭化物を練り込むと太い糸しか紡糸できないため、ソフトな風合にならず衣類に適さない。また、練り込み率が高いほど炭化物の機能が発現されやすいが、糸の強度が低下し、糸切れによる編み織りの効率低下が生じる。

湿式粉碎してレーヨンやアクリルに練り込む場合、粒径が細かくできるので多く練り込むことができる。今回の備長炭、竹炭練り込み混紡糸は脱臭性能をはじめとす

竹炭含有糸の脱臭テスト

竹炭練り込みポリエステル マイナスイオン測定結果

測定機：神戸電波ION TESTER KST-900
測定法：試料に対して60秒間人為的に摩擦（弱・強）を加え、その時に発生するマイナスイオン数量（個/cc）を測定

図3 竹炭含有糸のテスト結果

遠赤外線放射率のFTIR測定

測定温度：35℃
測定機種：JIR-E500

る諸機能は良好な結果であり、炭化物練り込み繊維製品という新分野を形成できるものである。アパレル、インナーウェア、アウターウェアおよび寝具等の販売で好評である。

今後、無機、有機を含めて機能性のある物質をナノ粒子径まで粉碎した物を繊維に練り込む事によって、健康、快適、安全等の機能繊維がいっそう要求されてくるのではないだろうか。

備長炭 SEM写真

参考資料

- 1) 岸本 定吉；木炭と木酢の利用
- 2) 谷田貝光克；森林の不思議
- 3) 中川 和城；加工技術“健康快適素材と加工”
加工技術“自然パワーの驚異”
名古屋テキスタイル研究会“天然素材の快適加工”

竹炭 SEM写真

中川 和城 (なかがわ かずき)

昭和35年、大阪市立泉尾工業高校色彩科卒、同年、昭和高分子化学(株)入社、昭和37年、林ペニヤ(株)入社、昭和39年、近畿大学応用化学科入学、昭和43年、三木理研工業(株)入社、平成3年、三木理研工業(株)以外に異業種で共同組合ラテストを設立、現在、三木理研工業(株)専務取締役、共同組合ラテスト理事長

繊維工学編集委員会では、下記のような種類の下稿の投稿を歓迎します。学問的、技術的知見、経験などで、公開できるものはできるだけ多く本誌上にご発表いただき、会員の相互啓発、我が国の学会、産業界の発展に寄与されることを希望します。

総説 提案、意見、批評等の論説および研究、技術、経済等の総合的な記事

技術解説 繊維産業分野に直接あるいは間接に関係する考察、改良、工夫等を含む内外の工業技術、重要トピックス等の解説記事

研究解説 研究論文の平易な解説記事

講義 系統的でまとめた知識を与える記事

資料 調査、解説等の技術的に価値ある資料

製品紹介 技術的に優れた製品の紹介

報告記 学校、研究所、会社等の見学記録、対談、てい談、座談会および研究会等の報告記事と記

録その他

コラム 内容は問いませんので、400～600字程度で自由にお書き下さい。

■ 投稿後の原稿の取り扱い

1. 原稿の採否、分類等については編集委員会で決定します。また、依頼あるいは投稿された原稿は専門分野の査読委員が査読し訂正を求めることがあります。
2. 校正は原則として初校で1回お願いします。
3. 著作権は本会に属します。