

微小繊維状物質が有する有害化学物質移送能力の検討

東野和雄

【要約】衣服、毛布やカーテン等の布地製品はポリエステル、ナイロンやアクリルのような化学繊維素材が占める割合が高く、長期的な使用の中で洗濯等の物理的な負荷を受け、微小繊維状物質を放出することが分かっている。特に、疎水性素材においては放出された微小繊維状物質に有害化学物質が吸着・濃縮することが想定されるため、環境への影響が懸念されている。

微小繊維状物質を純水に分散させた試料を室内調製して調査した結果、布地製品に用いられる素材において有害化学物質の吸着能力が確認された。また、素材や形状により有害化学物質の吸着能力には差が見られ、繊維状の形状で吸着能力が非常に高かった。

【目的】

化学繊維や綿布等に洗濯工程等を模した負荷を加え、得られた繊維状物質を含む懸濁試料を対象に有害化学物質の吸着能力を評価する。素材や形状での化学物質吸着能力を比較し、環境への影響を評価するための基礎資料とする。

【検討内容】

(1) 洗濯工程を模した負荷で発生する微小繊維状物質の有害物質吸着能力調査

綿、ナイロン、ポリエステル布地を5cm各程度に切ったものを試験片とし、純水300mlに入れて1ヶ月間スターラー攪拌を行い、試験片に洗濯工程を模した負荷をかけた(図1)。攪拌処理終了後、投入した試験片を取り除いて、微細な繊維状物質が残存する懸濁試料を調査対象とした。ただし、各素材とも試験片から発生した繊維状物質は非常に少量で重量ベースでは評価できなかった。なお、各布はJIS L 0803の染色堅ろう度試験用の単一繊維布を使用した。

有害化学物質としてPCB混合物を添加した後、500ml分液漏斗を用いて約300rpm、20hrの振とう処理を行い、繊維状物質へ吸着させた。振とう処理後、硼珪酸塩ガラス繊維ろ紙を用いてろ過・風乾し、ろ紙ごとジクロロメタンで20hrソックスレー抽出を行い、負荷により発生した繊維状物質に吸着した有害化学物質を抽出した。

(2) 繊維状物質と粒状物質の有害物質吸着能力比較調査

(1)の調査では発生した繊維状物質の量が少なく、素材による吸着能力の正確な評価ができなかったため、ナイロン及びポリエステル布表面を刃物で削り取り、細かな繊維状にしたものを純水300mlに分散させた試料(図2)で調査を実施した。また、形状が与える影響を評価するためにナイロン素材については球状のものについて並行して試験を行った。いずれの素材もほぼ同重量を分散させ、(1)と同様にPCB混合物を添加して、振とう処理後硼珪酸塩ガラス繊維ろ紙で濾別したものを抽出して吸着した有害物質の量を評価した。

測定は二重収束型高分解能GCMSを用いた全異性体分析を行い、同族体別の挙動で評価した。

【結果と考察】

(1)スターラー攪拌で負荷をかけた試験において繊維状物質は微量しか発生せず、ろ過操作を行っただけでも特に高塩素体で硼珪酸塩ガラス繊維ろ紙に吸着する現象が確認されたため、繊維素材による吸着能力の評価は困難であった。(表1)。

(2)細かい繊維状にしたナイロンは球状のナイロン球に比較し、重量あたりの有害化学物質吸着量が非常に大きかった。これは同じ重量では繊維状の方が有効な吸着面積が大きいと考えられる。また、今回の試料の作成条件においては、ナイロン素材の方がポリエステル素材に比較し有害物質の吸着能力が高かった(表2)。

ただし、今回は繊維化する際の試験条件が与えた影響も否定できず、素材による相対的な評価を正確に行うためには試験条件や他の製法で作られた製品で試験を行う等より詳細な検証を行う必要がある。



図1 スターラーによる洗濯を模した負荷処理
(5cm 角の試験片は攪拌終了後、取り除く)



図2 布地表面を刃物で削り取り、繊維状物質を純水に分散させた試料
試料量 ナイロン球状 : 0.213g(11 粒)
ナイロン繊維状 : 0.208g
ポリエステル繊維状 : 0.210g

表1 洗濯を模した負荷処理により発生した微小繊維物質を含む試料への同族体別 PCB 吸着率(%)

	BLK* (ろ過操作のみ)	綿*	ナイロン*	ポリエステル*
M1CBs	--	--	--	--
D2CBs	--	0.0	0.0	0.1
T3CBs	--	0.2	0.1	0.2
T4CB s	--	0.5	0.1	0.4
P5CBs	0.1	1.1	0.2	0.5
H6CBs	0.9	3.1	0.7	1.0
H7CBs	3.1	9.0	2.4	2.6
O8CBs	6.3	17.8	5.4	7.5
N9CBs	8.6	21.9	8.6	12.6
D10CB	14.0	23.2	15.0	17.3

*ろ過操作に伴う吸着を含んだ数値

表2 布地を刃物で削り取り作成した微小繊維物質を含む試料への同族体別 PCB 吸着率(%)

	BLK* (ろ過操作のみ)	ナイロン球*	ナイロン繊維*	ポリエステル繊維*
M1CBs	---	0.6	34.8	12.8
D2CBs	---	0.9	60.0	24.5
T3CBs	0.1	1.6	67.2	37.2
T4CB s	0.2	1.5	84.0	47.0
P5CBs	0.2	1.6	92.3	48.7
H6CBs	0.4	2.2	86.7	50.4
H7CBs	2.5	5.9	99.9	53.4
O8CBs	11.5	18.2	108.9	58.1
N9CBs	23.5	33.7	104.2	52.4
D10CB	35.6	52.6	112.3	49.5

*ろ過操作に伴う吸着を含んだ数値