

生乾き臭がしない室内干し条件を探る

光塩女子学院中等科 2 年 小林弓月

1. 研究の要約

本研究では、室内干しによる洗濯物の生乾き臭が発生しない条件を設定し、より迅速に乾き、生乾き臭のしない(以下は効率的な室内干しとする)室内干しが実践できるような実験を実施した。方法は、複数の洗濯条件設定し、10 種類の洗濯物に対し重量変化及び臭気変化を一定時間間隔で数値評価した。臭気測定は TVOC (総揮発性有機化合物) 成分をターゲットしたセンサーを用いることでデータを集積した。実験から得られたデータを解析することで、「脱水 9min、湿度 40%、洗濯物の干す間隔 20cm、サーキュレーター有」という最適な部屋干し条件を導き出した。

2. 研究の動機と目的

最近、室内干しが注目されており、洗剤や柔軟剤などでも室内干しの際に生乾き臭を減らせるようなものが開発されている。しかし、外干しに比べ、やはり室内干しは生乾き臭が発生しやすい。

実際に父が単身赴任先で、洗濯をよく室内干しをしている。洗濯物によっては、生乾き臭が発生することがあるようだ。ただ、いつも発生するわけではなく、生乾き臭の発生にはある一定の条件があるように思われた。そこで、室内干しでの最適な干し方を検証し、より効率よく室内干しできる条件を探りたい。

3. 方法

室内干しは、室内温度や湿度、洗濯物の量、洗濯物の干す間隔、脱水時間等に影響されられると思われる。特に湿度が、洗濯物の乾燥速度や生乾き臭の発生に影響すると思う。そこで、湿度の変化が臭気発生に関連すると仮定し、その相関を解析する。

一般の家庭で普段洗濯されると思われる、ヒートテック、T シャツ、靴下、下着、Y シャツ、ハンカチ、フェイスタオル、バスタオルを実験対象とする。(P3 表 1)

使用器具：洗濯機（HITACHI）、臭気センサー（Dienmern）、洗剤（アリエールの室内干し用）、柔軟剤（レノアハピネス）、重量計、チャック付きビニール袋、サーキュレーター、温湿度計

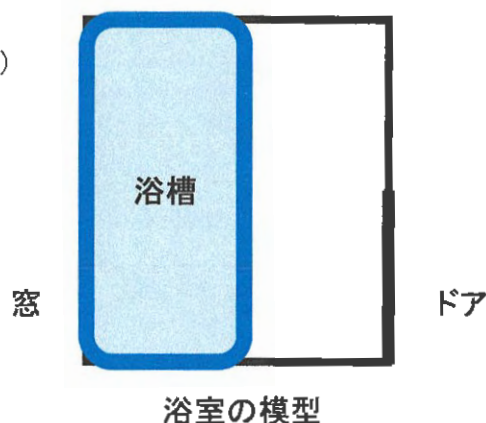
※臭気センサーを利用した理由

臭気センサーとは、臭いの評価について数値化できる装置のことだ。ヒトの嗅覚は個人差も大きく、曖昧な感覚であるが、臭気センサーによって客観的な臭いの評価が可能となる。また、もともと臭気というのは化学物質の発生によるものであり、中でもTVOC（総揮発性有機化合物）成分に由来するものの比率が多いため、臭気センサーを選択した。特に生乾きの臭気は、微生物臭とされ、TVOCで測定できると考えた。

実験場所：浴室（浴室乾燥利用はしない）

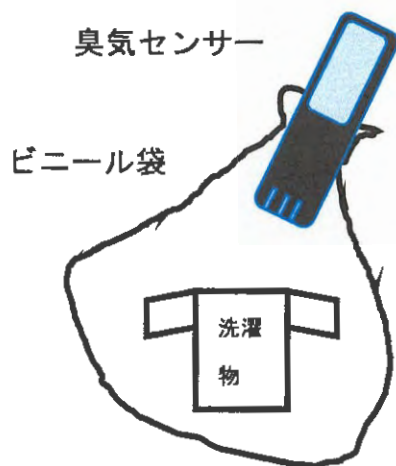
大きさ：縦×横×高さ（cm）
160×160×220（cm）

体積：5,632,000 cm³



研究方法：対象物の乾燥は、外気の影響を受けないように浴室で行う。浴室内に温湿度計を設置し、測定基準値内の条件を維持する。温度は常に一定とする。湿度については、湯船に湯張りし調整する。各項目の評価は評価者2人で行い、評価基準に基づいて各人で評価する。お互いの評価は終了まで公表しない。

図1



臭気測定項目：臭気センサーを使用する。
左記の図1に示すように洗濯物をチャック付きビニール袋にいれ、30秒間臭気を測定する。実験毎に所定の記録表に測定したデータを記入していく。

調査項目：下記設定にて調査項目を評価する。(表 2)

1. 脱水時間別 (2 段階)
 2. 湿度別 (2 段階)
 3. 洗濯物の干す間隔 (2 段階)
 4. サーキュレーターによる強制送風の有無
 5. 洗濯物の重量変化 (定時観察)
 6. 臭気センサーによる洗濯物の臭気変化 (定時観察)
 7. 終了時の主観的臭い (ヒトの嗅覚による)
 8. 終了時に洗濯物の重量変化及びヒトの感覚による、洗濯物が乾いているかいないかを確認
- ※実験は 16 通りで行う。

対象洗濯物及び調査項目

表 1

洗濯物の内容	
種類	数量
ヒートテック	1
T シャツ	1
靴下	2
下着	1
Y シャツ	2
ハンカチ	1
フェイスタオル	1
バスタオル	1
計	10

表 2

調査項目	
1. 脱水	6min、9min
2. 湿度	40%、70%
3. 洗濯物の干す間隔	5cm、20cm
4. サーキュレーター	有、無
5. 臭気測定	前、0min、60min、120min、
6. 重量測定	180min、300min、480min
7. 嗅覚による臭気判定	480min
8. wet or dry	480min

解析方法：得られた測定データを各計測時間別・項目別に t-テスト(「比較するデータに有意差があるかどうか」を示す値のこと)を行い、両群間で比較検討した。解析はエクセルに搭載されているデータ分析の関数を使用した。すべての P 値は両側統計解析に基づき、 $P < 0.05$ の P 値は統計的な有意性を示すとした。

4. 結果

全データ 1120 個を集積した。

同一条件での再検は行っていない。

重量及び臭気ともに機器での測定可能閾値内であった。

各項目別の経時的臭気変化 図2

図 2-A

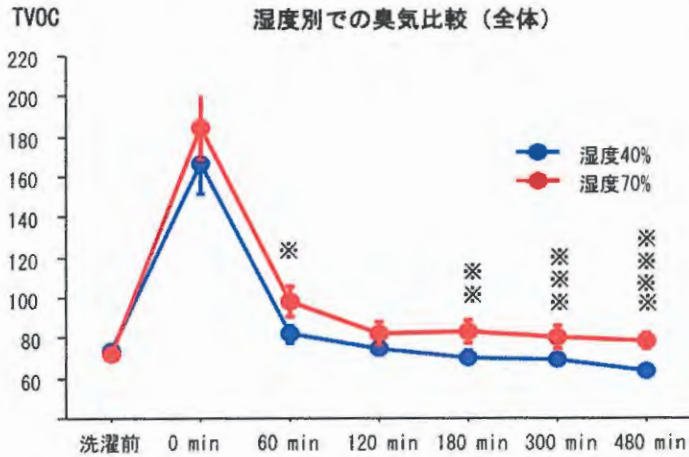


図 2-B

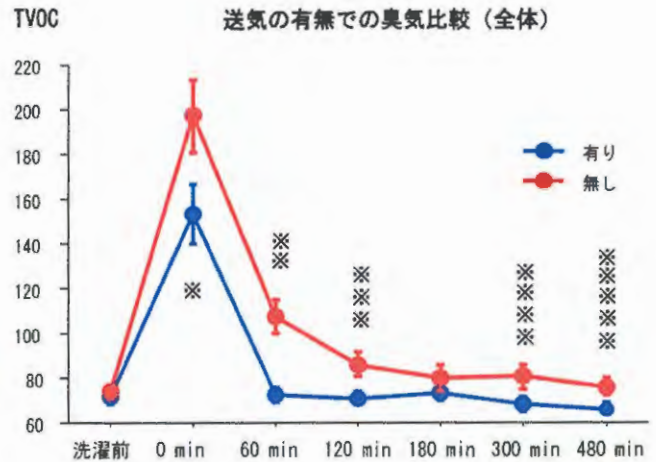


図 2-C

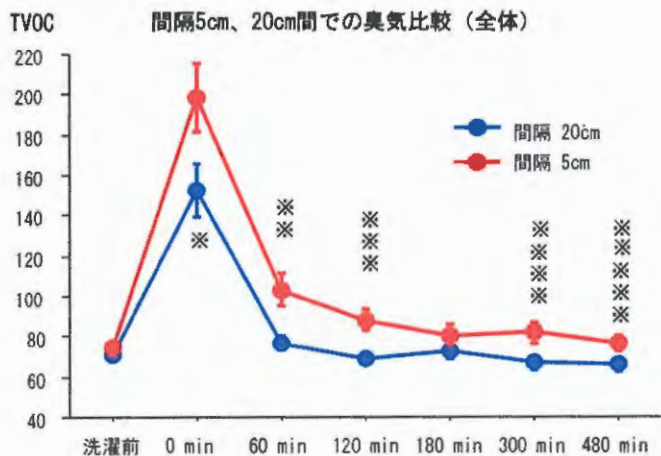
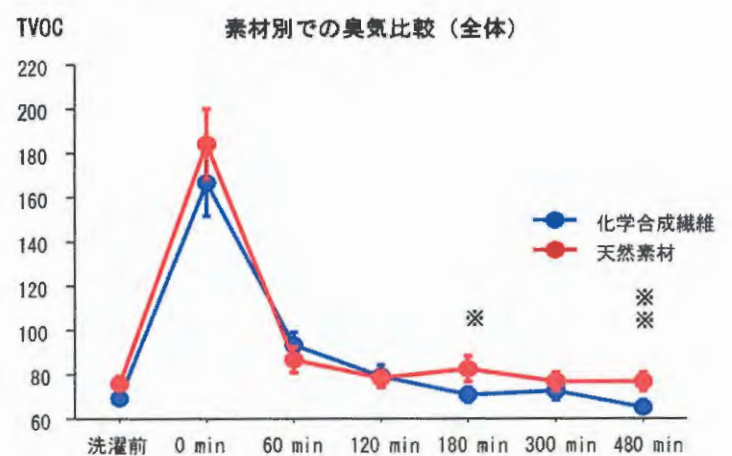


図 2-D



注：※、※※、※※※、※※※※、※※※※※ p<0.05

1) 湿度による違い

湿度 40%グループと湿度 70%グループの両群間において洗濯物別と全体での臭気数値について解析した。洗濯物全体での比較において、湿度 40%グループは湿度 70%グループに比較すると、洗濯後 60min、180min、300min、480min で有意に臭気数値が低かった（図 2-A、 $P<0.05$ ）。洗濯物別での比較では、湿度 40%グループは湿度 70%グループよりも、T シャツ、下着、ハンカチ、バスタオルが洗濯後 480min 時の臭気数値が有意に低かった（いずれも、 $P<0.05$ ）（表 3）。その他の洗濯物では湿度別に有意差は認めなかった。

2) 送気の有無による違い

送気の有無での臭気数値の比較したところ、送気有り群内で有意に臭気数値が低かった（図 2-B、 $P < 0.05$ ）。送気有り群内での湿度 40%グループと湿度 70%グループの比較では、湿度 40%グループがTシャツ、ハンカチ、バスタオルで洗濯後 480min 時の有意に臭気数値が低かった。しかしながら、送気無し群内の湿度 40%グループと湿度 70%グループでの臭気数値の有意差は認めなかった。

湿度 40%グループ内での検討を行った。洗濯物別では、送気の有無で臭気数値に有意差は認めなかった。洗濯物全体は送気有り群内の 60min、120min、480min において送気無し群内に比較し有意に臭気数値が低かった（ $P < 0.05$ ）。次に湿度 70%グループ内で検討した。洗濯物別では、送気の有無で臭気数値に有意差は認めなかった。洗濯物全体は洗濯後 60min、120min での送気有り群内での有意に臭気数値の低下を認めたが、洗濯後 480min では送気の有無で有意差は認めなかった。

3) 湿度・洗濯物の干す間隔による違い

洗濯物全体での 5cm、20cm の比較では、20cm グループが有意に洗濯後 60min、120min、300min、480min で有意に臭気数値が低かった（図 2-C、いずれも $P < 0.05$ ）。

洗濯物の干す間隔 5cm における湿度 40%グループと湿度 70%グループの比較では、湿度 40%グループが洗濯後 60min、120min、180min、480min で有意に臭気数値の低下を認めた（ $P < 0.05$ ）。洗濯物の干す間隔 20cm における湿度 40%グループと湿度 70%グループの比較では、湿度 40%グループが洗濯後 60min、120min、480min で有意に臭気数値の低下を認めた（ $P < 0.05$ ）。洗濯物別における湿度 40%グループと湿度 70%グループ内での 5cm、20cm 間隔の比較ではいずれも臭気数値に有意差は認めなかった。

4) 素材による違い

自然素材グループ（Tシャツ、靴下、ハンカチ、バスタオル）、化学合成繊維グループ（ヒートテック、下着、Yシャツ、フェイスタオル）で比較を行った。洗濯物全体において、化学合成繊維グループが自然素材グループに比較し、洗濯後 180min、480min で有意をもって臭気数値が低かった（図 2-D、 $P < 0.05$ ）。また、湿度 70%グループ内での素材別の検討で、化学合成繊維グループが自然素材グループに比較し洗濯後 480min で有意をもって臭気数値が低かった（ $P < 0.05$ ）。しかしながら、湿度 40%グループ内での素材別の検討では、化学合成繊維グループが自然素材グループでの臭気数値における有意差は認めなかった（表 4）。

5)各時間における重量変化

湿度 40%グループと湿度 70%グループの両群間で経時的乾燥重量変化において、明らかな有意差は認めなかった。また、洗濯物別では湿度 70%グループのほうが有意差を認めないも、重量変化が乏しい傾向であった。

表 3

湿度別の洗濯直後から測定終了までの臭気の数値的变化		
	湿度 40%	湿度 70%
	0min → 480min	0min → 480min
ヒートテック	196.6 → 53.6	247.0 → 60.1
T シャツ	146.1 → 63.4	192.6 → 104.0
靴下 姉	274.0 → 82.9	170.6 → 86.1
靴下 私	143.0 → 68.3	128.4 → 71.1
下着	243.4 → 47.9	200.5 → 71.5
Y シャツ 姉	91.0 → 58.5	135.4 → 63.4
Y シャツ 私	108.9 → 74.8	151.1 → 68.3
ハンカチ	108.9 → 60.1	141.4 → 92.6
フェイスタオル	136.5 → 73.1	154.4 → 82.9
バスタオル	242.1 → 53.6	320.1 → 82.9

表 4

素材別の洗濯直後から測定終了までの臭気の数値的变化		
	自然素材	化学繊維
40%	177.4 → 65.7	155.3 → 61.6
70%	190.6 → 87.8	177.7 → 69.2

5. 考察

今回の研究結果から、洗濯物の生乾き臭を減らすために、いくつかの重要なポイントを見つけ出すことができた。そのポイントは、室内湿度、洗濯物への送気、洗濯物の素材である。先行研究でも湿度や洗濯物の通気の良さが重要と報告されているが、（参考：実験に基づく室内干し時における洗濯物の乾燥時間および室内温湿度環境）本研究でもその結果を裏付けるものであった。

研究結果から、最適な条件を検討すると、湿度は低めで、洗濯物の干す間隔は広く、洗濯物の素材は自然素材より化学合成繊維の方がより好ましいことが分かった。今回の実験の中で最適な干し方の条件は、「脱水 9min、湿度 40%、洗濯物の干す間隔 20cm、サーキュレーター有」であることが分かった。（表 5）

表 5

最適化した洗濯条件	
脱水	9min
湿度	40%
洗濯物の干す間隔	20cm
サーキュレーター	有

洗濯物の臭気について

ヒトの嗅覚による臭気の確認において、布が分厚かったり、重なっていたりしているところから特に生乾き臭がした。生乾き臭は「雑巾のようなニオイ」「カビ臭いニオイ」だった。また、酸っぱい（汗っぽい）ニオイ、生臭いニオイにも感じられた。ヒトに嗅覚では生乾き臭がしなくても、臭気センサーの数値が高いことがあり、これは洗剤の匂いであると考えられる。特に洗濯直後には臭気センサーの数値が高いことが多かった。これより、臭気センサーは私たちが悪臭と思うものだけではなく、私たちがいい匂いと感じるものも臭気として感知していることが分かった。

6. 結論

1) 目的に対する結論

実験結果の解析より、湿度や洗濯物の干す間隔、素材により生乾き臭が発生しやすいことが分かった。以上の結果から単身赴任の父が洗濯物をうまく乾かす方法として以下のことが挙げられる。

1. 風通しの良い場所で室内干しをし、サーキュレーターなどで洗濯物に対して常時送風しておくこと。
2. 洗濯物の種類は自然素材よりも化学合成繊維の方が好ましく、洗濯物の干す間隔は 20cm 以上とること。
3. 洗濯物は重ならないようにし、スチール性の洗濯物干しなどでタオルはリング状（図 3）に干す。また、T シャツの脇の部分は布地が重なって乾きにくいいため、T 字ハンガー（図 4）などを使用して脇が重ならないように干す。このようにすることで、使用することで少ないスペースで、効率的に干すことが可能になると思う。

本研究の結果より、上記の部屋干しが最適であると考ええる。

図 3



図 4



2) 今後の課題

研究の問題点は、

1. 時間的制約により同一条件下で複数回の測定を行っていないこと。
2. 外気温や天気が一定でなかった。
3. 各洗濯物測定順番が一定でない。

などだ。このことにより、臭気変化あった可能性があると考えられる。

今回は洗剤や柔軟剤の違いによる生乾き臭発生の有無や程度の違いは検討していない。また、洗濯物の量を増やしたとき、臭気が出にくかった化学合成繊維がどのように臭気を変化していくか検証してみたい。

3) 感想

今回実験内容を決めるにあたって、最初は試行錯誤の連続だったが、自分なりの仮説を立て、疑問を解決するための条件を定めることで、原因を突き止めることができた。実験結果を集積し比較してみると、どの結果も少しずつ傾向が異なり、それを解析して結果を導いていくことがとても面白かった。また、今回の結果の解析を通して、数学的に比較するためのt-テストというものを知ったり、その他にも新しい知識や情報を習得したりすることができ、私にとって大きな良い経験になったと思う。今後も新たな知識を習得していき、次回は数式を立てて最適な条件を導いていきたい。

7. 参考文献

「日常生活における洗濯衣料の部屋干し臭とその抑制」 松永聡
実験に基づく室内干し時における洗濯物の乾燥時間および室内温湿度環境
<https://metoree.com/categories/2256/>