

洗濯機と乾燥機の効果的な利用方法と省エネ効果について（報告）

1. はじめに

現代の生活において、洗濯機と乾燥機は欠かせない存在であり、日々の生活を支える一方で、エネルギー消費の一定の割合を占めている。特に洗濯機には様々なコースが設定されており、急ぎの時には速度重視のコース、汚れがひどい時には入念な洗浄を行うコースなど、使用者の目的に応じて使い分けることが可能である。また、乾燥手法も電気衣類乾燥機を使用する場合や浴室の乾燥機能を用いる場合、室内でコンパクトに乾燥が可能な小型乾燥機など、様々なタイプが存在し、使用用途に合わせて選択することができる。しかし、これらの製品の使用方法や機器によっては、省エネ効果や洗濯・乾燥効果が大きく変わる可能性がある。そこで、本実験では、洗濯機と乾燥機の様々な使用方法について定量評価を行い、その各々における省エネ性や洗濯・乾燥効果を明らかにすることを旨とする。

2. 実験内容

(1) 概要

ア 洗濯機試験

- 洗濯機の各種コース（標準・つけおき・おいそぎ・念入り）を使用した場合や、1回の洗濯物量を各種重量（2kg・4kg・6kg）にした場合の洗濯に要した時間、水量および消費電力量について測定を行った。コース比較においては洗浄度の測定も行った。
- 使用した洗濯機の仕様および洗濯物構成は表1のとおりである。

表 1. 洗濯機の主な仕様と洗濯物構成

仕様	メーカー	ハイセンスジャパン株式会社
	品番	HW-DG80BK1
	標準洗濯容量	8.0 kg（乾布質量）
	洗濯方式	うず巻式
	外形寸法	幅 570×奥行 560×高さ 990 (mm)
	洗濯コース	標準・つけおき・おいそぎ・念入り等
洗濯物構成	シーツ	綿 100%・1820×2750(mm)
	長袖 T シャツ	綿 100%・肩幅 470(mm)・袖丈 610(mm)・着丈 720(mm)
	タオル	綿 100%・340×850(mm)
	ハンカチ	綿 100%・300×400(mm)

イ 乾燥機試験

- ・各種乾燥機器（電気衣類乾燥機・小型乾燥機・浴室乾燥機）を使用した場合の、乾燥に要した時間、消費電力量の測定、および被験者試験による乾燥物のおい評価について行う。
- ・使用した乾燥機器の仕様および乾燥物構成は表2の通りである。

表 2. 乾燥機器の主な仕様と乾燥物構成

仕様		ブランド	パナソニック
		品番	NH-D503
		標準乾燥容量	5 kg（乾布質量）
		乾燥方式	除湿形回転ドラム式
		出力	725～1335 W（室温やヒーター強弱により変動）
		外形寸法	幅 634×奥行 499×高さ 680 (mm)
		乾燥コース	標準・除菌 等
	ブランド	AlicHome	
	外形寸法	幅 160×奥行 160×高さ 155 (mm)（本体部分のみ）	
	出力	500 / 520 / 850 W	
	乾燥モード	標準・静音・速乾	
	ブランド	TOSTEM	
	出力	1400（乾燥） / 26（換気） W	
	モード	乾燥・換気 等	
	浴室サイズ	1620 サイズ（1.25 坪タイプ）	
乾燥物構成	長袖 T シャツ	綿 100%・肩幅 470(mm)・袖丈 610(mm)・着丈 720(mm)	

(2) 実験条件

ア 洗濯機試験

(ア) 洗濯コース比較

- ・1回の洗濯物の量を約 4 kg（2~3 人家族の 1 日あたりの洗濯物量想定）とし、洗濯機に搭載されている、標準、つけおき、おいそぎ、念入りコースにて洗濯を行った。
- ・洗濯 1 回あたりの時間、水量、消費電力量、洗浄度について測定を行った。洗浄度については、JIS（C9606-1993）*を参考に、5 cm 角の布に人工的な汚れ（油性污垢、蛋白質、カーボン等）を塗布した人工汚染布を洗濯物に縫い付け（図 1(a-e)参照）、洗濯前後の汚染布の表面反射率の変化により判定した。なお、洗浄度 D は以下式で表され、 D 値が高いほど汚れをよく落としている相対的な評価になる。

*日本産業規格（Japan Industrial Standards）の略称であり、産業製品に関する規格や測定法について定められた日本の国家規格

$$D = \frac{R_W - R_1}{R_0 - R_1}$$

ここで R_W は汚染布洗濯後の反射率（%）、 R_1 は汚染布洗濯前の反射率、 R_0 は原布（汚れを塗布する前の布）の反射率である。

- ・洗濯物の構成は、表3の通りとした。こちらも JIS（C9606-1993）にて用いられる基準を参考に選定した。また洗濯物に縫い付けた汚染布の枚数も表3に記した。
- ・水量設定は当該洗濯機取扱説明書記載の目安を参考に42リットルを選択した。
- ・洗剤は花王株式会社製の洗濯用合成洗剤（無蛍光、無香料）を用い、水量設定42リットルに対して、洗剤のキャップ1杯（約20グラム）を投入するようにした。

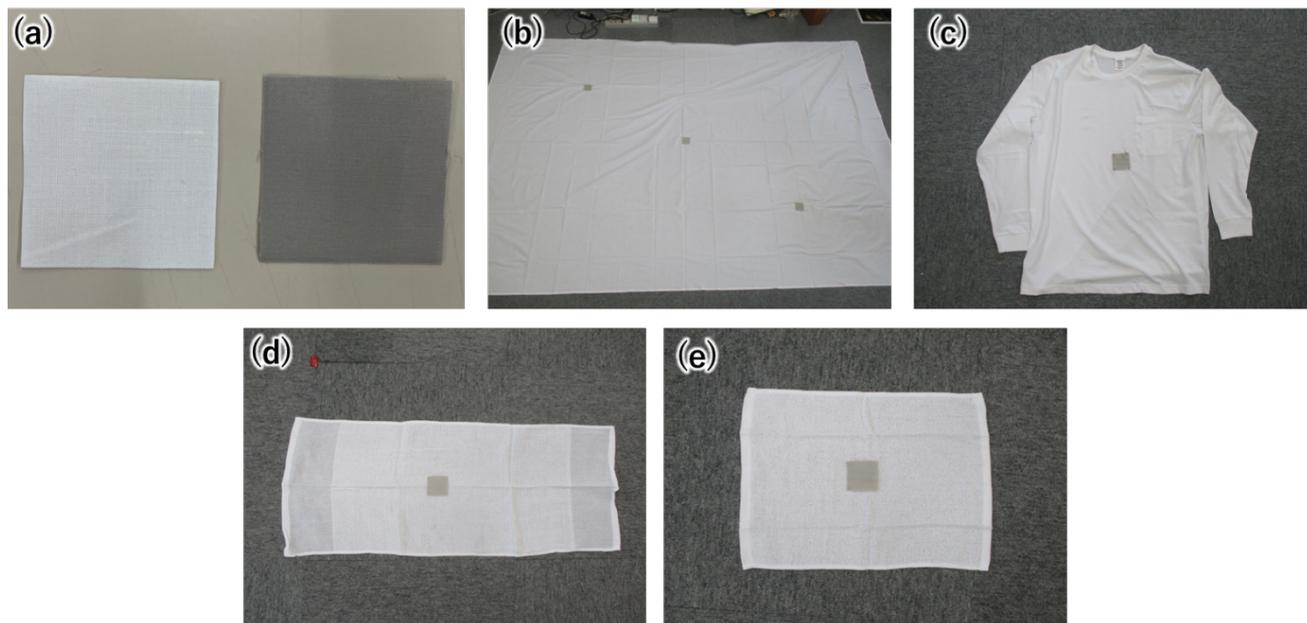


図 1. 原布および汚染布(a)と汚染布をそれぞれシーツ(b)、長袖 T シャツ (c)、タオル(d)、ハンカチ(e)に縫い付けた様子

表 3. 重量 4 kg 洗濯試験における洗濯物構成および汚染布縫い付け枚数

	シーツ	長袖 T シャツ	タオル	ハンカチ
各洗濯物枚数	2 枚	4 枚	29 枚	14 枚
汚染布縫い付け枚数	6 枚 (各 3 枚)	4 枚 (各 1 枚)	3 枚	2 枚

(イ) まとめ洗いと小分け洗い比較

- ・洗濯のコースを標準とし、1回の洗濯物の重量を約2kg、4kg、6kgとして洗濯を行った。
- ・洗濯1回あたりの時間、水量、消費電力量について測定を行った。
- ・各洗濯物重量における洗濯物の構成は表4の通りとした。こちらも JIS（C9606-1993）にて用いられる基準を参考に選定した。
- ・水量設定は当該洗濯機取扱説明書記載の目安を参考に洗濯物の重量が約2kgの場合は35リットル、約4kgの場合は42リットル、約6kgの場合は50リットルを選択した。
- ・洗剤は花王株式会社製の洗濯用合成洗剤（無蛍光、無香料）を用い、水量設定35リットルに対して約17グラム、42リットルに対して約20グラム、50リットルに対して約24グラム投入した。

表 4. 各種重量の洗濯試験における洗濯物構成および汚染布縫い付け枚数

		シーツ	長袖 T シャツ	タオル	ハンカチ
各洗濯物枚数	重量 2 kg	1 枚	2 枚	15 枚	7 枚
	重量 4 kg	2 枚	4 枚	29 枚	14 枚
	重量 6 kg	3 枚	6 枚	44 枚	22 枚
汚染布縫い付け枚数	重量 2 kg	3 枚 (各 3 枚)	2 枚 (各 1 枚)	3 枚	2 枚
	重量 4 kg	6 枚 (各 3 枚)	4 枚 (各 1 枚)	3 枚	2 枚
	重量 6 kg	9 枚 (各 3 枚)	6 枚 (各 1 枚)	3 枚	2 枚

イ 乾燥機試験

(7) 各種乾燥手法による乾燥時間および消費電力量比較

- ・ 1 回の乾燥物の量を約 2.0 kg (長袖 T シャツ 10 枚分) とし、電気衣類乾燥機、小型乾燥機、浴室乾燥機にて衣類の乾燥を行った。
- ・ 乾燥物は洗濯機にて洗濯、脱水まで完了した状態を初期状態とした。
- ・ 電気衣類乾燥機を用いる場合は、運転開始から運転の自動停止までを乾燥に要した時間と定義した。
- ・ 小型乾燥機および浴室乾燥機を用いる場合は、乾燥に要した時間を次のように算出した。
 - ① あらかじめ水分を含む前の乾燥物の重量 A を測定しておく
 - ② 乾燥物の重量 B を定期的に測定し、プロット点から近似曲線を求める
 - ③ 元の乾燥物の重量 A と乾燥物の重量 B の関係が $A/B = 0.965$ となるまでの時間を測定する
- ・ 洗濯機搭載の風乾燥 (60 分) を使用してから各種乾燥機を使用する場合についても測定を行った。
- ・ 電気衣類乾燥機および小型乾燥機を設置した部屋はエアコンの設定温度を 26°C にし、室内環境が一定となっている条件のもと実験を行った。

(i) 被験者による各種乾燥手法による乾燥物のおい比較

- ・ 各種乾燥手法にて衣類を乾燥させた際の、衣類のおいについて被験者試験により比較を行った。
- ・ 試験はにおいや悪臭のレベルを定量化して表す手法の 1 つである 9 段階快・不快度表示法と、においの強さに焦点をあて、臭気を数値化する 6 段階臭気強度表示法を参考に、次ページアンケート表を用いて行った。なお、被験者にはどの衣類がどの乾燥機器を用いたか伝えずに行った。
- ・ 9 段階快・不快度表示法は、におい、悪臭の快・不快度を「極端に不快 (-4)」から「極端に快 (+4)」までの 9 段階で表示したものである。
- ・ 6 段階臭気強度表示法はにおいの強さを「無臭 (0)」「やっと感知できるにおい (1)」「何のにおいかが分かる弱いにおい (2)」「楽に感知できるにおい (3)」「強いにおい (4)」「強烈なにおい (5)」の 6 段階で表示し、各段階を 0.5 刻みで評価する手法である。
- ・ 被験者は一般的な嗅覚感度を有しているものを選定するため、事前に簡易なおい判定試験をクリアした者のみとした。判定試験は 5-2 法*とよばれる嗅覚検査を用いた。

*5 種類のにおい液 (花のにおい、甘いこげ臭、むれた靴下のにおい、熟した果実臭、かび臭いにおい) を用意し、1 種類のおいに対して 5 枚のにおい紙を提示する。5 枚のうち 2 枚にはにおいがついており、これを正しく判別する。これと同様の試験を 5 種類のおいについて行う試験。

【試験で用いたアンケート】

氏名 _____ 試験日時 _____ 月 _____ 日 _____ 時 _____ 分

においアンケート

①~③の衣類のにおいを嗅いで、当てはまる数字を記入してください

B 欄にはどんなにおいだったか可能であればご記入ください

・①の衣類

A _____ . B _____ . におい _____

・②の衣類

A _____ . B _____ . におい _____

・③の衣類

A _____ . B _____ . におい _____

A の選択肢

極端に不快	-4
非常に不快	-3
不快	-2
やや不快	-1
快でも不快でもない	0
やや快	1
快	2
非常に快	3
極端に快	4

B の選択肢

無臭	0
	0.5
やっと感知できるにおい	1
	1.5
何のにおいであるかわかる弱いにおい	2
	2.5
楽に感知できるにおい	3
	3.5
強いにおい	4
	4.5
強烈なにおい	5

その他気になる点や感じた点がございましたらご記入ください

3. 実験結果

(1) 洗濯機試験

ア 洗濯コース比較

・洗濯物 4kg を各種コース（標準、つけおき、おいそぎ、念入り）で洗濯した時の水量および消費電力量の比較を図 2 に、洗濯時間と洗浄度の比較を図 3 に示す。また、各種コースの洗濯 1 回あたりにかかる金額の比較を図 4 に示す。なお、水道代および電気代の算出は、3 人家族での生活を想定した下記単価を適用した。

- ・水道料金単価：169.4 円/m³（名古屋市上下水道局・税込従量料金単価：21~40 m³）
- ・電気料金単価：28.62 円/kWh（おとくプラン・300 kWh 超過）
- ・念入りコースが各種コースの中で最も水および電力（水量 61.3%増・電力量 44.7%増：標準コース比較）を消費した。
- ・つけおきコースは各種コースの中で最も洗浄度が高くなるが、洗濯に要する時間は 100 分と最も長くなる。
- ・おいそぎコースは各種コースの中で最も洗濯 1 回あたりの料金を抑えられ（23.5%減：標準コース比較）、洗濯に要する時間も最も短いですが、洗浄度は最も低くなる。
- ・以上の結果から、省エネ、洗濯時間、洗浄度を等しく考慮する場合は「標準」モードが適切となるが、省エネ、洗濯時間、洗浄度について優先したい項目があれば、洗濯モードを使い分けることにより大きな効果が期待できる。

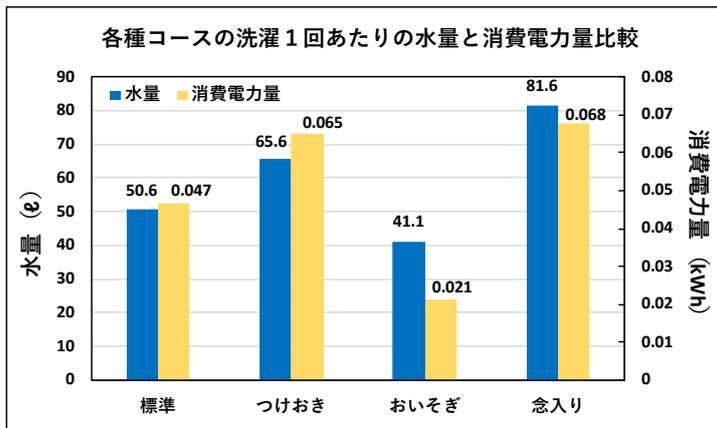


図 2. 各種コースの洗濯 1 回あたりの水量と消費電力量を比較した図

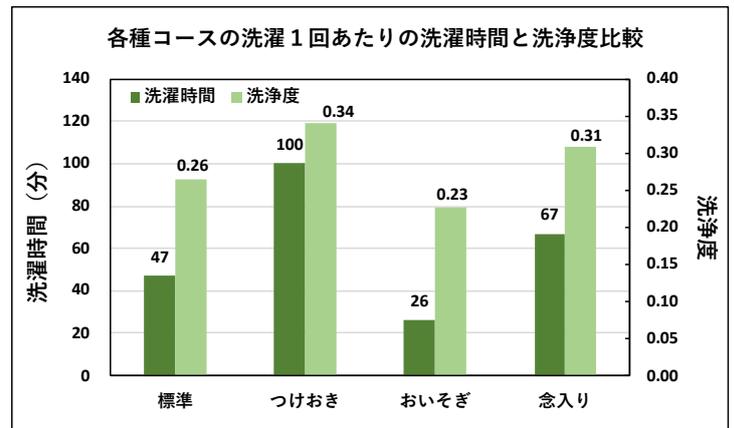


図 3. 各種コースの洗濯 1 回あたりの洗濯時間と洗浄度を比較した図

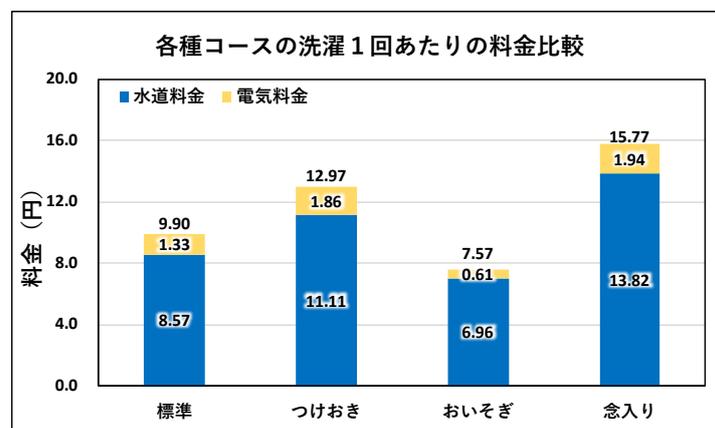


図 4. 各種コースの洗濯 1 回あたりの料金を比較した図

イ まとめ洗いと小分け洗い比較

- ・各種重量（2 kg、4 kg、6 kg）の洗濯物を標準コースで洗濯した時の水量および消費電力量の比較を図 5 に示す。また、各種コースの洗濯 1 回あたりにかかる金額の比較を図 6 に示す。また洗濯物 1 kg あたりにかかる水量と消費電力量および料金の比較を図 7,8 に示す。
- ・どの洗濯物重量においても設定水量よりも約 8~9 リットル多く水を使用した。
- ・洗濯物重量が増えるほど 1 回あたりの消費電力量は増加するが、洗濯物 1 kg あたりの消費電力量で比較すると 6 kg で洗濯した時が最も消費電力量が少ない（21.0%減：重量 4 kg との比較）。
- ・ある程度のまとめ洗いをする事で、省エネ・時短が期待できる。

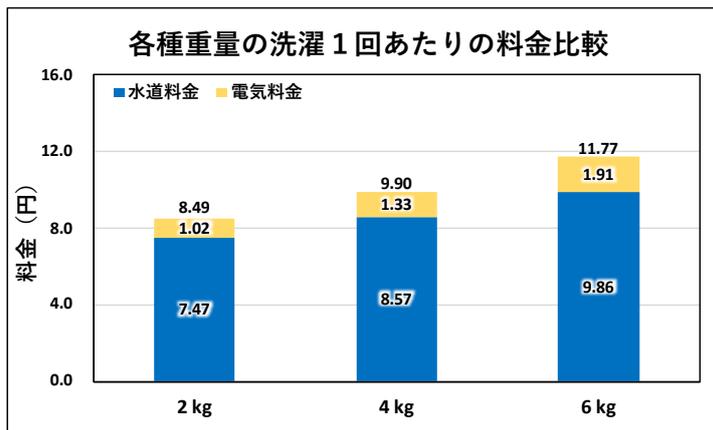
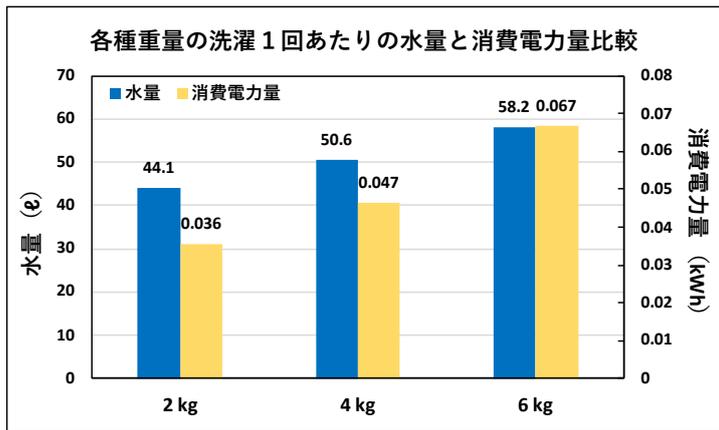


図 5. 各種洗濯物重量の洗濯 1 回あたりの水量と消費電力量を比較した図

図 6. 各種洗濯物重量の洗濯 1 回あたりの料金を比較した図

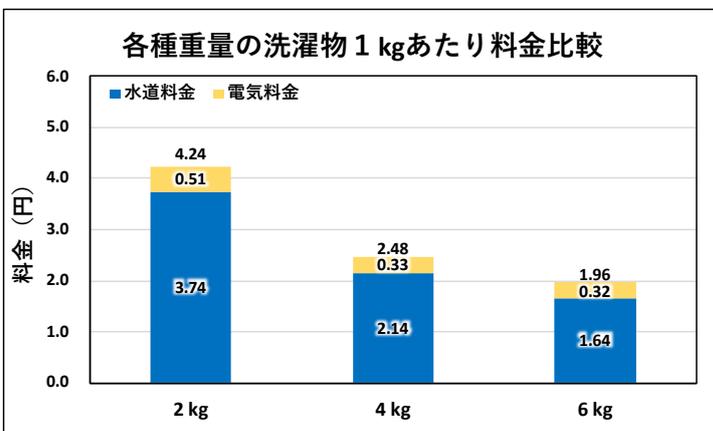
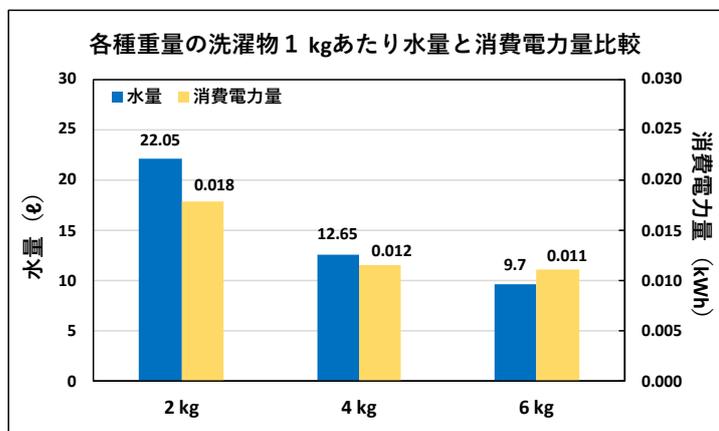


図 7. 各種洗濯物重量の洗濯物 1 kg あたりの水量と消費電力量を比較した図

図 8. 各種洗濯物重量の洗濯物 1 kg あたりの料金を比較した図

(2) 乾燥機試験

ア 各種乾燥手法による乾燥時間および消費電力量比較

- 乾燥対象物 2 kg を各種乾燥手法で乾燥させたときの乾燥に要した時間と、60 分間の風乾燥使用した場合としなかった場合の消費電力量を図 9 に示す。また、各種乾燥手法による乾燥物の重量の経時変化を図 10 に示す。
- 電気衣類乾燥機（標準）を用いた場合が 146 分と最も衣類の乾燥にかかる時間が短い。一方で、小型乾燥機を用いる場合は 346 分と最も長くなる。
- 60 分間の風乾燥を使用することで、消費電力量の減少が見られる。風乾燥無しの場合と比較して、電気衣類乾燥機（標準）の場合で 0.49 kWh (24.3%)、電気衣類乾燥機（除菌）の場合で 0.67 kWh (23.8%)、小型乾燥機の場合で 0.37 kWh (13.0%) の消費電力量の削減となる。
- 60 分間の風乾燥を使用することで、乾燥に要するトータルの時間は、いずれの乾燥手法においても増加する。
- 以上の結果から、洗濯機の風乾燥を活用することで、乾燥に要する時間は数分～数十分程度増えるものの合計の消費電力量は少なくなり、省エネ効果が期待される。

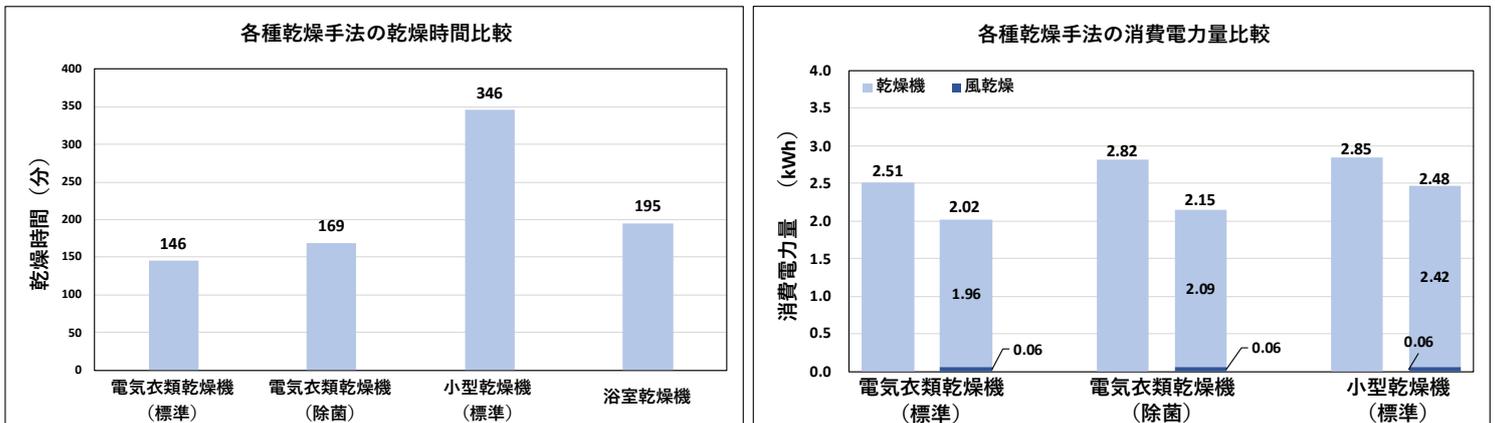


図 9. 各種乾燥手法の乾燥に要する時間（左）および消費電力量（右）の比較図。なお、消費電力量の比較図は各項目において右側が洗濯機の風乾燥を使用した結果である。

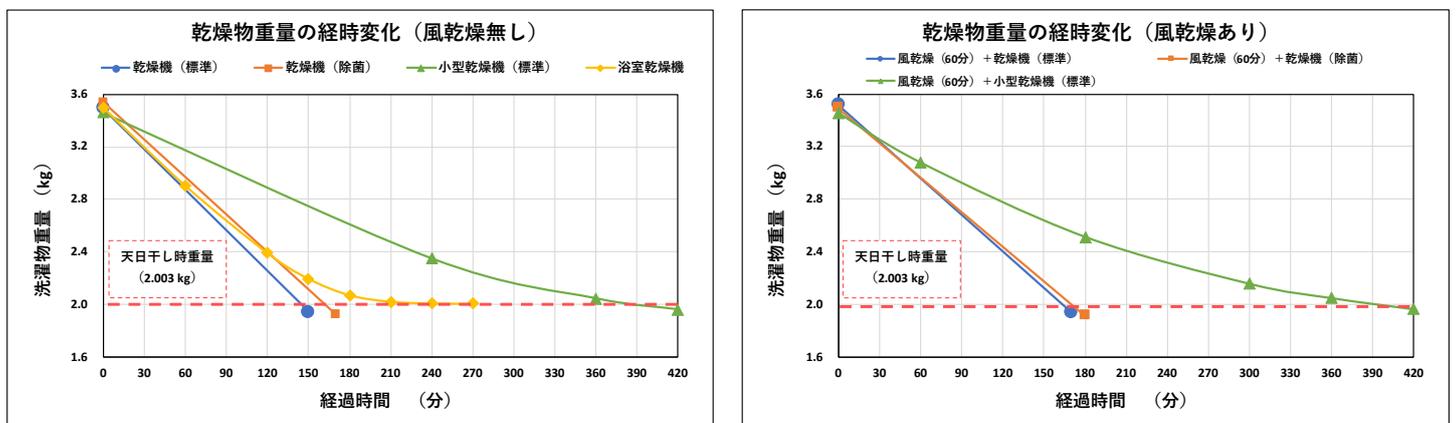


図 10. 各種乾燥手法における乾燥物重量の経時変化。なお、洗濯機の風乾燥による時間経過を内包した比較図である。

イ 被験者による各種乾燥手法による乾燥物のおい比較

- ・電気衣類乾燥機、小型乾燥機、浴室乾燥機の3つの乾燥機器を用いて乾燥させた長袖Tシャツについてにおいを被験者試験により評価を行った。被験者のアンケート結果は図11と表5の通りである。
- ・いずれの乾燥手法においても臭気強度は1（やっと感知できるにおい）以下であり、乾燥手法による衣類のおいへの大きな影響は見られなかった。
- ・電気衣類乾燥機により乾燥を行った衣類のおいには、快・不快でもなく、においの強度も平均0.3と最も低い結果となった。また、被験者によるばらつきもかなり小さい結果となった。
- ・小型乾燥機により乾燥を行った衣類のおいには、僅かに不快側でにおいの強度は平均0.9と最も大きい結果となった。においの種類としては、生乾き臭や部屋干し臭といった意見が散見された。
- ・浴室乾燥機により乾燥を行った衣類のおいには、僅かに快側であった。においの種類としては、洗剤のおいがするという意見や不快ではないなにかのおいといった意見が見られた。これは浴室のシャンプーや石鹸などのおいの影響であることが推察される。
- ・小型乾燥機と浴室乾燥機により乾燥を行った衣類のおいには、被験者によって評価のばらつきが大きいものの、なにかしらのおいがあるという結果である。これは、小型乾燥機と浴室乾燥機は衣類が乾燥するまでにかかる時間が、電気衣類乾燥機と比較して最大で2倍程度長く（図9参照）、室内や浴室などのおいが付着しやすかったことが要因の一つとして推測される。
- ・3種類の乾燥方式のうち、省エネ・時短・においの観点から、電気衣類乾燥機が最も良好な結果となった。

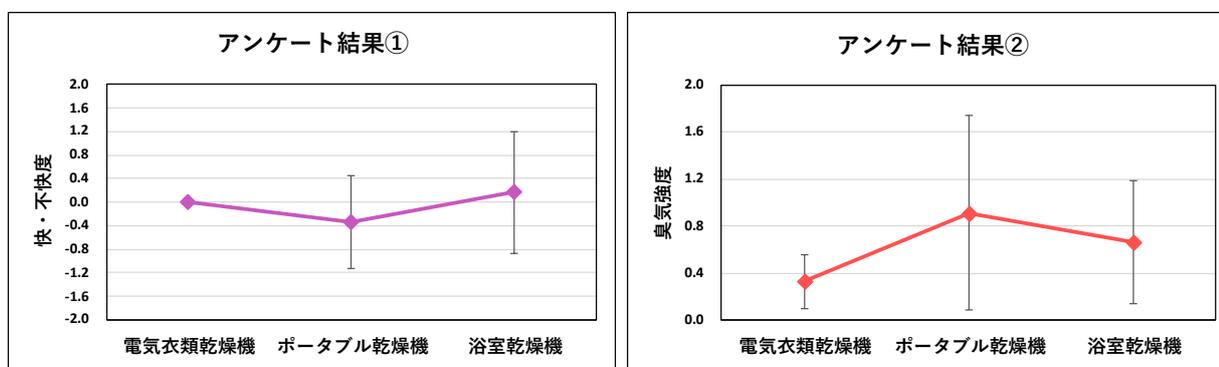


図 11. 各種乾燥機器を用いて乾燥させた衣類のおいについて行ったアンケート結果。なお、プロットは平均ポイント、広がりは標準偏差を表している。

表 5. 各種乾燥機器を用いて乾燥させた衣類のにおいについて行ったアンケート結果

	アンケート①				アンケート②				においの種類
	最大値	最小値	平均	標準偏差	最大値	最小値	平均	標準偏差	
電気衣類乾燥機	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.3	0.2	・無臭 ・服そのもの
小型乾燥機	1.0	-1.0	-0.3	0.8	2.0	0.0	0.9	0.8	・生乾き臭 ・部屋干し臭
浴室乾燥機	2.0	-1.0	0.2	1.0	1.5	0.0	0.7	0.5	・洗剤臭 ・不快ではないなにか

4. まとめ

本実験では、洗濯機の各種利用方法や様々な種類の乾燥機の使用における、洗濯・乾燥効果について実験・検証し以下の知見を得た。

(1) 洗濯機試験

ア コース比較

- ・1回の洗濯にかかる水量と消費電力量は念入りコースが最も多く、標準コースと比較して、水量は61.3%、消費電力量は44.7%増加する。洗濯1回あたりの料金に換算すると、念入りコースでの洗濯は標準コースでの洗濯の1.6倍の料金となる。
- ・一方で1回の洗濯にかかる水量と消費電力量が最も少なかったのはお急ぎコースであり、標準コースと比較して水量は18.8%、消費電力量は55.3%減少する。また洗濯1回あたりの時間は、標準コースの洗濯時間の約半分(55.3%)の洗濯時間となる。
- ・最も洗浄度の高かったのはつけおきコースであるが、洗濯時間は標準コースの倍以上である100分であった。
- ・省エネ、洗濯時間、洗浄度を等しく考慮する場合は「標準コース」が適切となるが、省エネ、洗濯時間を優先する場合は「おいそぎコース」、洗浄度を優先する場合は「つけおきコース」もしくは「念入りコース」が有効である。

イ まとめ洗いと小分け洗い比較

- ・洗濯物重量が増えるほど消費電力量は増加する。1回あたりの洗濯にかかる料金は、小分け洗い(2kg)の場合は、標準(4kg)と比較して約0.86倍、まとめ洗い(6kg)の場合は、標準(4kg)と比較して約1.19倍の料金がかかる。
- ・洗濯物1kgあたりの料金で比較すると、まとめ洗い(6kg)が最も安く、小分け洗い(2kg)が最も高くなる。
- ・ある程度のまとめ洗いをすることで、省エネ・時短が期待できる。

(2) 乾燥機試験

ア 各種乾燥手法による乾燥時間および消費電力量比較

- ・60分間の風乾燥を使用しない場合、電気衣類乾燥機（標準）を用いた場合は2.51 kWhと最も消費電力量が少なくなる。
- ・乾燥に要する時間が最も長かったのは小型乾燥機を用いた場合であり、電気衣類乾燥機（標準）の146分に対して、346分と約2.4倍の時間を要する。
- ・60分間の風乾燥と電気衣類乾燥機（標準・除菌）もしくは小型乾燥機のような乾燥手法を用いることで、合算の消費電力量を削減することが可能である。一方で乾燥時間については同程度か数十分長くなる。

イ 被験者による各種乾燥手法による乾燥物のおい比較

- ・いずれの乾燥手法においても臭気強度は1（やっと感知できるにおい）以下であり、乾燥手法による衣類のおいへの大きな影響は見られなかった。
- ・電気衣類乾燥機により乾燥を行った衣類のおいは、快でも不快でもなく、無臭であるといった結果が得られ、被験者間でのばらつきもほとんど無かった。
- ・小型乾燥機、浴室乾燥機により乾燥を行った衣類のおいは、被験者間でばらつきがあるものの、なにかしらのおいが感じられたという結果が多数得られた。両乾燥手法は、電気衣類乾燥機と比較して乾燥時間が最大2倍程度長く、室内や浴室など周囲環境のおいが付着しやすかったことが要因の一つとして推測される。

定量的な結果については、外気の温度や湿度など室内外の環境、洗濯機や乾燥機の性能や仕様などの条件で変わってくる。今回の結果は、当社実験設備の条件設定で試行した一例である。