

## 家庭洗濯に対する環境ライフサイクルアセスメント(LCA)の検討

### Environmental Life Cycle Assessment (LCA) of Home Launderings

小林 泰子<sup>1</sup>・石久保 鈴子<sup>2</sup>・片山 倫子<sup>3</sup>

Yasuko KOBAYASHI, Reiko ISHIKUBO and Michiko KATAYAMA

被服は着用と洗濯を繰り返しながら本来の着用目的を達成していく。家庭洗濯の対象となる被服は素材としての繊維の種類、組織の種類、縫製、技術、方法、縫製時に使用した糸等の付属品の種類、それぞれ物理的な耐久性、染色加工の堅ろう性、汚れの付着しやすさ、取れやすさ、取れにくさ等々、様々な条件下のものを利用している。従って素材によって一般的に行なわれている洗濯方法はグループ化されている。

製品に適した洗濯方法を選択する際に本研究の主題である環境ライフサイクルアセスメントを考慮するとすると、次の視点からの検討が必要である。

- ① 被服の耐用年数を考える
- ② 手で洗うか機械を使うか?
- ③ 水量を節約する方法
- ④ 洗剤の種類、使用量
- ⑤ 常時乾かせるように乾燥機を使う
- ⑥ 常時洗濯が可能なように低音・低振動型を考える
- ⑦ エネルギー消費量を節約する洗い方
- ⑧ CO<sub>2</sub>の排出量を最小にする洗い方

分担者小林は、ドライクリーニングおよび水洗いによる毛製品の洗濯における耐久性に着眼した。

家庭において毛製品の洗濯を行うと、縮みや型崩れの原因になるため、これまで家庭での手洗いはセーターなどの編物製品が中心で、スー

ツ、コートなどの毛織物製品は安全性を考え、商業クリーニングに頼る人がほとんどだった。しかし、クリーニング溶剤による環境問題、汗などの水溶性汚れが落ちにくいこと、クリーニング代の節約などから、『ドライマーク付き衣料が洗える洗剤』が通信販売で登場し、最近では店頭でも同様の洗剤が各種目立つようになり、以前からの中性洗剤も『ホームクリーニング』、『ドライマーク衣料・ウールマーク衣料・ウール・おしゃれ着洗い』等と表示するようになった。また、家電メーカー各社からドライマーク付き衣料も洗える洗濯機が発売され、これらの組み合わせで手洗いでなく、洗濯機を用いて家庭で毛製品の洗濯が可能となった。しかし、家庭での毛製品の洗濯はこれらの洗剤を使用しても、ドライクリーニングではなく、水洗いである。収縮、型崩れ、風合いの減少や油汚れの洗浄性などの問題は残る。家庭で洗える防縮ウール製品も生産されているが、すべてではない。一方、ドライクリーニングではこれらの問題は少ないが、白物毛製品の再汚染や溶剤の廃棄による環境汚染などの問題は残る。そこで、毛製品について商業クリーニングにより溶剤で洗った場合と、家庭においてドライマーク付き衣料も洗える洗剤と水で手洗いした場合の耐久性の検討を行った。1回の洗濯で、また繰り返し洗濯でのそれぞれの洗浄性、再汚染性、収縮性の違いを調べ、エネルギー消費量が低く、洗浄力が高く、耐久性のある洗濯方法を検討し、望ましい家庭洗濯のあり方を考えた。

被洗物として図1の取扱い絵表示のついた白物ウール100%セーター(馬淵繊維株式会社製)

1 第一被服管理研究室  
2 消費生活研究室  
3 第二被服管理研究室

を選んだ。洗浄力評価布として初め羊毛の汚染布を用いたが、市販の汚染布は外国産で、汚れがしっかり付いて落ちにくいいため、JIS C 9606「電気洗濯機」で洗濯性能試験に使用されている木綿の湿式人工汚染布（洗濯科学協会製）を用いた。この汚染布と、再汚染用白布として羊毛モスリン（日本規格協会製）を被洗物の表側と裏側に図2または図3のように縫い付け、実験に用いた。洗剤として、従来の中性洗剤EMと、ドライマーク付き衣料も洗える洗剤OAとDUの3種を用いた。これら洗剤の家庭用品品質表示に基づく表示から配合される界面活性剤の種類や％、洗剤の使用量や洗濯方法を表1に示した。

手洗いは図4に従い行った。たらいに20℃または30℃にした水道水5Lを入れ、この水量に対する表示洗剤量を加え、湿式人工汚染布と羊毛白布を縫い付けた被洗物1枚を胸部が上になるように広げて浸した。一般のドライマーク付き衣料が洗える洗剤の洗い方として表示されているつけ置き洗いと、1分間に2回両手で押しつける操作を加えた押し洗いの2方法を用いて、それぞれ容器に表示された時間で手洗い洗濯を行った。その後、2層式洗濯機(National NA-W36A2型)の脱水機を用いて20秒間脱水を行った。さらに同温の水道水ですすぎ、脱水を2回繰り返した。被洗物をもとの形に合わせて広げ、平らに自然乾燥した。汚染布、白布を被洗物よりはずし、それぞれ当て布をして中温のアイロンで形を整え、評価を行った。

ドライクリーニングは湿式人工汚染布と羊毛白布を縫い付けた被洗物をクリーニング店に持ち込み、洗濯からアイロン仕上げまでは業者が行い、評価のみを行った。

着用はせず洗濯を繰り返す、繰り返し実験を手洗い洗濯は温度30℃、押し洗いで、ドライクリーニングは上述の方法で行った。

湿式人工汚染布の泥やカーボンブラックなどの着色成分量による色調の変化で評価する表面反射率計、ハンディー色差計NR-3000（㈱日本

電色工業製）を用いて、汚染布用白布、洗浄前の汚染布、洗浄後の汚染布の表側の表面反射率を測定した。洗浄力評価の計算式としては、無機汚れ量と直線関係が成り立つベルカムンク式(K/S)を用いた。

洗浄率(%) =

$$K/S = \frac{(\text{洗浄前の汚染布の}K/S) - (\text{洗浄後の汚染布の}K/S)}{(\text{洗浄前の汚染布の}K/S) - (\text{白布の}K/S)} \times 100$$

$$K/S = \frac{(1-R/100)^2}{2R/100}$$

ここで、R：表面反射率、K：吸光度係数、S：散乱係数を示す。被洗物に添付した羊毛白布の再汚染については、洗浄性と同様に原白布と洗濯後の白布の表面反射率を測定し、次式により求めた。

$$\text{再汚染率}(\%) = \frac{R_o - R_s}{R_o} \times 100$$

ここで、R<sub>o</sub>：原白布の表面反射率、R<sub>s</sub>：洗濯後の白布の表面反射率を示す。被洗物の収縮性については新品と洗濯後の被洗物の胸幅、背丈、袖幅、袖丈の長さを測り、それぞれの部位について次式により収縮率を求めた。

$$\text{収縮率}(\%) = \frac{L - L'}{L} \times 100$$

ここで、L：新品の長さ(mm)、L'：洗濯後の長さ(mm)を示す。

3種の洗剤と水のみを用いて温度20℃で、表示された時間、押し洗いとつけ置き洗いによる洗濯を行った。洗浄率と再汚染率の結果をそれぞれ図5と6に示した。3種の洗剤によるつけ置き洗いでは、水のみによるつけ置き洗いおよび押し洗いよりも洗浄率が高く、つけ置き洗いでも洗剤を用いた効果が認められた。また、押し洗いとつけ置き洗いでは3種の洗剤とも力を加えた押し洗いの効果が認められた。洗剤間の洗浄率を比較すると、古くから使用されている中性洗剤EMが他の洗剤より少し効果が高いことがわかる。再汚染についてみると、いずれも再汚染率は小さいが、浴の動きのないつけ置き

表1 供試洗剤  
用途：毛・絹・綿・麻・合成繊維用 液性：中性

洗剤名	界面活性剤	使用量(手洗い)	界面活性剤量	洗濯方法(手洗い)	
				つけこみ洗い	押し洗い
EM	19% ポリオキシエチレンアルキルエーテル	12ml/5L	2.28ml/5L	15分	20~30回
OA	18% ポリオキシエチレンアルキルエーテル アルキルエーテル硫酸エステルナトリウム 直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム	12.5ml/5L	2.25ml/5L	15分	20~30回
DU	27% ポリオキシエチレンアルキルエーテル ジアルキルジメチルアンモニウム塩	5ml/5L	1.35ml/5L	3~5分	表示なし

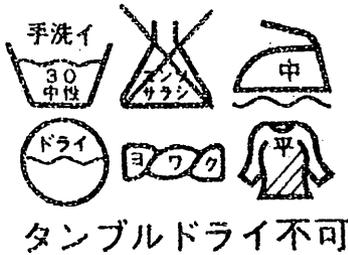


図1 取り扱い絵表示

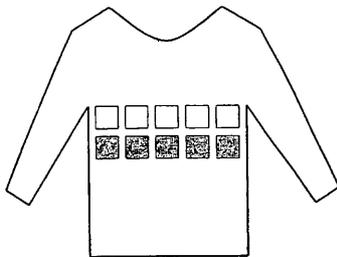


図2 汚染布、再汚染用白布の添付方法(1)  
□ 汚染布 □ 白布

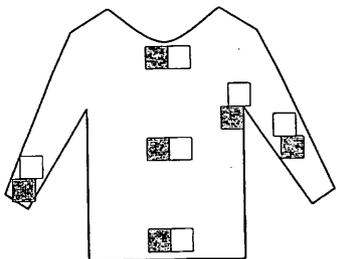


図3 汚染布、再汚染用白布の添付方法(2)  
□ 汚染布 □ 白布

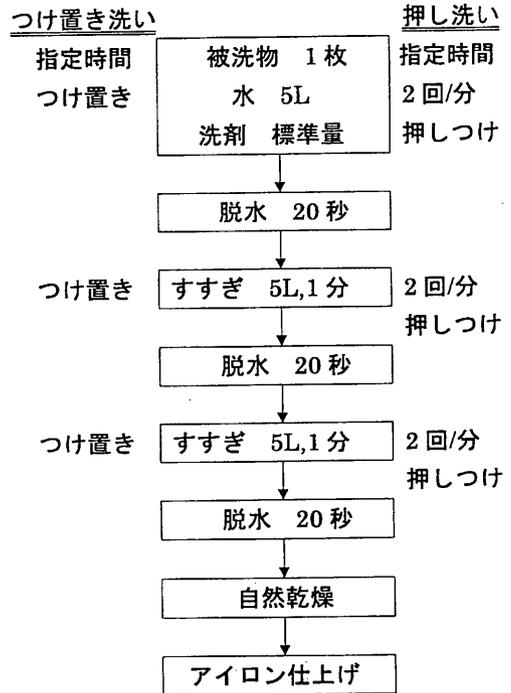


図4 洗濯方法(手洗い)  
洗濯・すすぎ 20℃または30℃

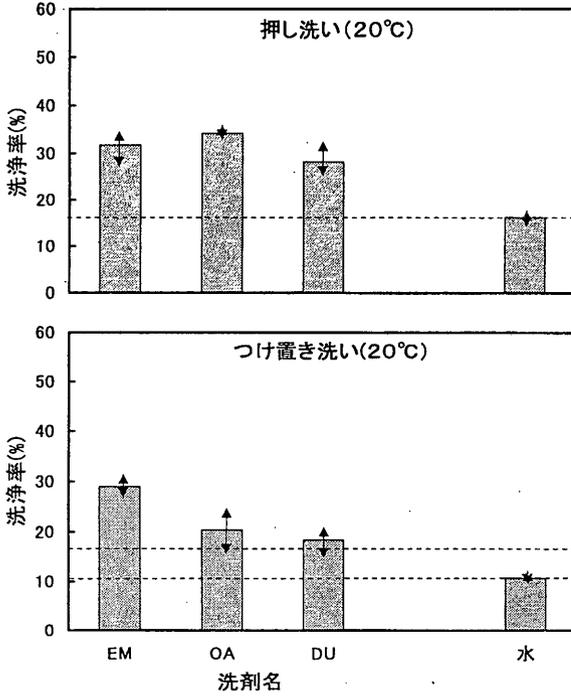


図5 各種洗剤による添付汚染布の洗浄性

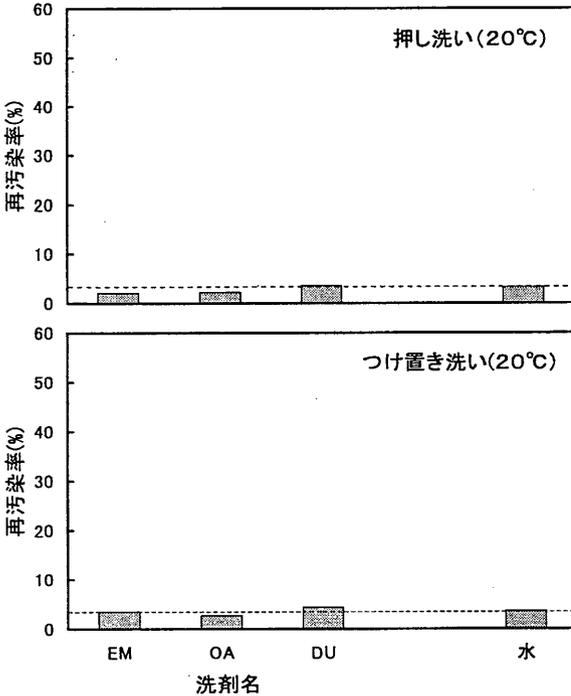


図6 各種洗剤による添付羊毛白布の再汚染性

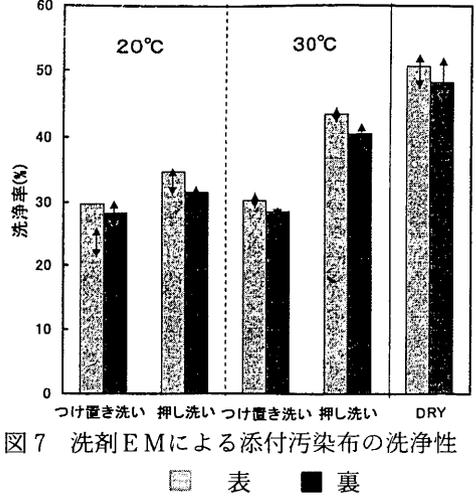


図7 洗剤EMによる添付汚染布の洗浄性

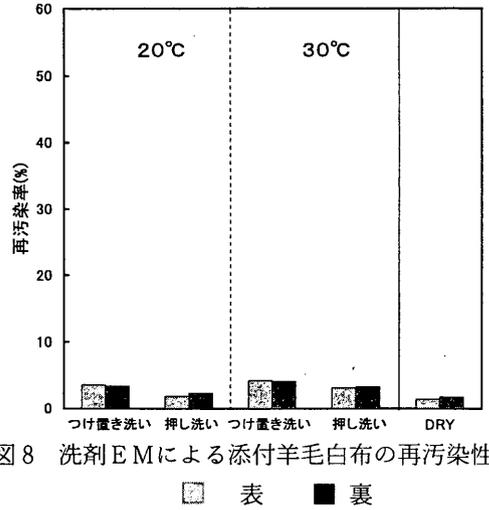


図8 洗剤EMによる添付羊毛白布の再汚染性

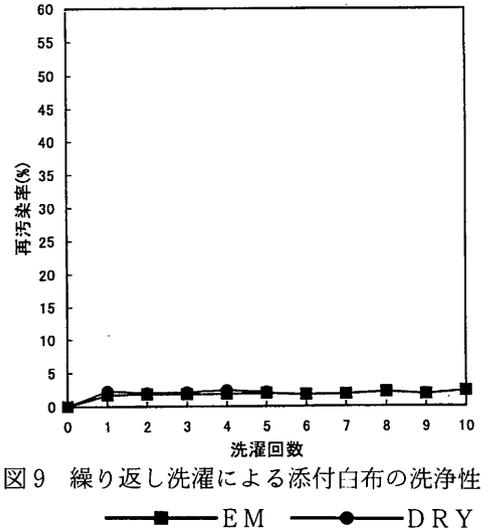


図9 繰り返し洗濯による添付白布の洗浄性

—■— EM —●— DRY

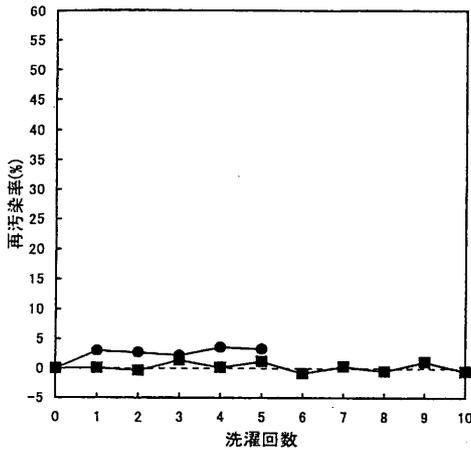


図10 繰り返し洗濯による被洗濯物の再汚染性  
 ■ EM ● DRY

洗いの方が、わずかに再汚染率が高かった。

次に、比較的洗浄性の高い洗剤EMについて、温度20℃と30℃における洗浄率と再汚染率の比較を行った。結果をそれぞれ図7と8に示した。つけ置き洗いでは洗浄率に洗濯温度の差はあまり認められないが、押し洗いでは温度が高くなると約10%洗浄率が高くなり、温度効果が認められた。被洗濯物の表側と裏側につけた汚染布の洗浄率は表をだして洗濯しているために、表側の洗浄率が少し高い。また、ドライクリーニングの結果も図示したが、手洗いより少し勝っていた。また、再汚染はつけ置き洗いで温度が高くなると増すが、大差なかった。

廃棄の原因の一つである繰り返し洗濯による再汚染と収縮について、検討を行った。図9と10に繰り返し洗濯による添付白布と被洗濯物の再汚染率を図示した。手洗いは洗剤EMで10回、ドライクリーニングは5回繰り返し洗濯した結果である。添付白布の再汚染はいずれもわずかであった。被洗濯物の再汚染率はドライクリーニングの方が少し高かった。見た目にも少し汚れているのがわかるが数値にしてみると小さかった。次に、繰り返し洗濯による収縮率の結果を図11に示した。今回は胸幅、背丈、袖幅、袖丈

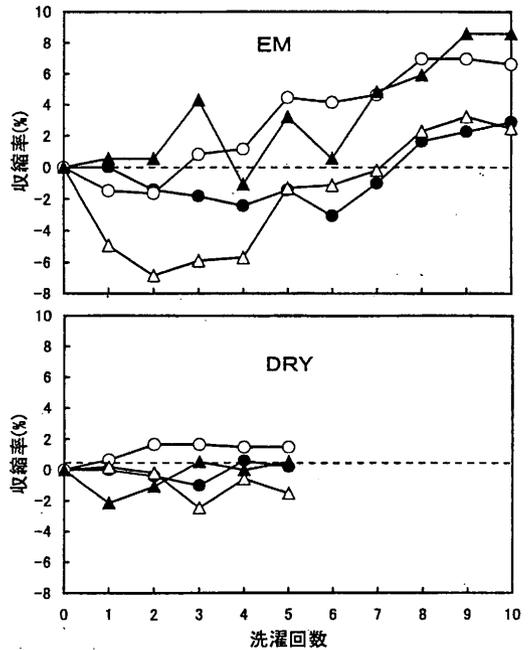


図11 繰り返し洗濯による被洗濯物の収縮  
 ● 胸幅 ○ 背丈 ▲ 袖幅 △ 袖丈

について示したが、ドライクリーニングでは業者が形を整えてくるため、胸幅が伸びていれば背丈が縮むと考え、胸幅+背丈、および袖幅+袖丈と比較すると、ドライクリーニングでは袖の伸びが認められるが、胸部はあまり伸び縮みはなく比較的本の形が保たれる。一方、洗剤EMでは初めは伸びが認められるが、繰り返し洗濯5回目より収縮が起こることがわかる。

これらより、毛製品の洗濯については水を用いた手洗い洗濯もドライクリーニングも一長一短がある。油汚れや水溶性汚れの洗浄性、収縮性、再汚染性などを含めた耐久性や、環境問題、LCAなどを考慮した毛製品の洗濯について考えた場合、家庭での手洗い洗濯とクリーニングを併用するのが好ましいと考えられる。今後、汚染布の検討、手洗い洗濯とクリーニングの併用実験、着用と洗濯の繰り返し実験、手洗いコースの洗濯機使用の実験などを加えて、耐久性があり、エネルギー消費量などの低い洗濯方法を検討したい。

分担者片山は、平成12年度は水系の家庭洗濯において“脱水”に着目した。

日常着用している衣料の中には、「家庭で水を使って洗ってはいけない」「ドライクリーニングで洗いなさい」と表示されているものが多いが、このように表示されている衣料を実際に水を使って洗った結果から、表示に対する種々の意見が出されている。また昔から、毛のセーターや絹のスカーフ等の手洗いによる洗濯方法が解説されている本もあり、実践している人も多い。実際に毛のセーターや絹のスカーフ等を家庭で水を使って手洗いする際の注意点は、いかに機械力をかけずに短時間で洗い・すすぎ・しぼり・乾燥までを終了させるかにある。手洗いにおいて「汚れと洗剤を含んだ洗剤洗いの液」および「すすぎ後の液」を被洗物に残さないようにするためには、各家庭の全自動洗濯機の脱水機能を利用する方法が考えられる。二槽式洗濯機の脱水槽は独立した構造になっているので脱水時間も決めやすいが、実際に全自動洗濯機の脱水機能だけを利用しようとすると、機種によって脱水の所要時間が異なるなど利用者から見ると分からない点が多い。

比較的重く大きい被洗物として綿100%のシート6枚からなる被洗物(約2.5Kg)から比較的軽く小さい被洗物としてポリエステル100%の婦人用ブラウス(135g)に至る重量の異なる被洗物を用いた脱水実験を行い、全自動洗濯機の脱水機能および二槽式洗濯機の脱水槽を利用した衣類の遠心脱水について報告する。

被洗物としては綿100%の平織りシートとポリエステル100%のブラウスを用いた。シートの大きさはいずれも約130×230cmであった。10枚(No.2, 3, 5, 6, 10, 12, 13, 14, 15, 16)各々の絶乾質量を表1に示した。ブラウスは半袖の婦人用Mサイズのもので3枚(A, B, C)の絶乾質量はいずれも135gであった。

脱水機としては3種の家庭用全自動洗濯機(洗濯方式は2種(W機, T機)が渦巻き式, 1種[H機]が攪拌式)の脱水機能および二槽式

(N機)洗濯機(1種)の脱水槽を用いた。表3に各々の脱水槽の内径と深さ, および脱水を指示してから定速回転に至るまでの時間を示した。脱水に要する電気の消費電力量は大崎工業製の電力量チェッカーによって測定した。

洗濯の全工程の中で脱水工程だけを再現させるために, すすぎ終了時のぬれ加減にある被洗物の調整を行った。あらかじめたらいに水を貯め, この中で滴が落ちずしかも被洗物全体が完全にぬれた状態にした後に秤量し, 風袋込みの重量がほぼ一定になるように調節した。この被洗物を脱水槽にバランスよく平らにし, 脱水実験を行った。脱水時間は, 最短を30秒, 以後2分までは30秒間隔にとり, 2分から1分間隔で10分まで実験を行った。ただし, H機のみはタイマーの設定条件から5分までの実験であった。

脱水実験の手順としては, 短い時間の脱水実験から開始した。最短の30秒については, ぬらした被洗物を脱水槽に入れスタートボタンを押して脱水を開始し, 30秒後にボタンをオフにし終了した。脱水後, 被洗物を乾いたポリ袋に入れ上皿自動天秤で重さを量り, 絶乾質量に対する被洗物に含まれている水の量の100分率を計算しこれを含水率とした。引き続き1分間の脱水を行うために, 同一の被洗物を再度たらいの水に浸漬してぬらし秤量した後に, 脱水をする方法により脱水実験を順次繰り返した。

各脱水実験についてスタート時から脱水終了後までに消費した電力量の測定を行った。

表4~7および図12は4機種それぞれの脱水挙動, 脱水時間と含水率の変化によって示したものである。被洗物としてはシートを用い, 1枚のみ脱水した実験, 3枚を同時に脱水した実験, 6枚を同時に脱水した実験について得られて結果である。

表8~10および図13は4機種それぞれの脱水挙動を, 脱水時間と含水率の変化によって示したものであるが, 被洗物としてはブラウスを用い1枚のみを脱水した実験, 3枚を同時に脱水した実験, および水で完全にぬらしたブラウス

を乾燥したバスタオルで巻いて脱水する方法による実験について得られた結果である。いずれもブラウス1枚について含水率を調べている。

図14は、T機を使用した脱水実験において、脱水による被洗物中の含水量の変化を示したものである。

図15は、4機種について、いずれも水で完全にぬらした3枚のブラウスを脱水した際に消費した電力量を脱水時間に対してプロットしたものである。

表2 供試試料

試料名	絶乾質量 (g)	試料名	絶乾質量 (g)
シートNo. 2	430	シートNo. 12	413
シートNo. 3	428	シートNo. 13	405
シートNo. 5	427	シートNo. 14	405
シートNo. 6	418	シートNo. 15	400
シートNo. 10	423	シートNo. 16	422

図16は、脱水時間別にみた被洗物の重量と含水率との関係を示したものである。脱水時間は0.5分、1.0分、5.0分間とし、4機種について示した。

表3 供試洗濯機

種類	機種	脱水槽の内径 (cm)	脱水槽の深さ (cm)	スタートボタンを作動した後に脱水槽が定速回転を始めるまでの時間
全自動洗濯機	W型	46	46	5秒後に回転が始まり徐々に加速しながら120秒後に定速回転
	T型	47	49	9秒後に回転が始まり40秒間回転しその後加速し80秒後に定速回転
	H型	30	40.5	7秒後に定速回転
二層式洗濯機	N型	上部 18.5 下部 11.5	46	5秒後に定速回転

表4 シートの脱水挙動(W機使用・数字は含水量[g])

シート名		1枚脱水					3枚を同時に脱水					6枚を同時に脱水				
		No.2	No.5	No.15	No.16	平均	No.5	No.15	No.16	No.3	No.14	No.6	平均			
開始時		956	959	986	964	970	959	986	964	958	981	968	969			
脱水時間 (分)	0.5	556	565	533	557	552	675	629	658	653	614	682	652			
	1	406	404	379	377	387	453	425	432	447	429	428	436			
	1.5	367	361	350	334	348	374	355	348	366	345	353	357			
	2	337	327	300	308	312	285	313	311	322	301	322	309			
	3	316	302	280	261	281	287	279	272	287	262	285	279			
	4	290	282	251	263	265	266	256	254	262	238	264	257			
	5	284	270	249	254	258	268	229	237	254	241	239	245			
	6	254	241	239	234	238	239	260	229	240	226	239	239			
	7	282	248	229	230	236	240	240	248	224	217	234	234			
	8	278	238	220	230	229	235	259	202	230	252	235	236			
9	252	233	219	200	217	241	229	250	237	225	240	237				
10	251	212	213	209	211	241	229	220	226	216	228	227				
絶乾質量 (g)		430	427	400	422	416	427	400	422	428	405	418	416			
10分脱水後の含水率 (%)		58.4	49.6	53.3	49.5	50.8	56.7	57.3	52.1	52.8	53.3	54.5	54.5			

表5 シーツの脱水挙動(T機使用・数字は含水量[g])

シート名		1枚脱水	3枚を同時に脱水					6枚を同時に脱水					
		No.2	No.5	No.15	No.16	平均	No.5	No.15	No.16	No.3	No.14	No.6	平均
開始時		956	959	986	964	970	959	986	964	958	981	968	969
脱水時間 (分)	0.5	596	584	525	570	560	603	577	577	611	581	622	595
	1	484	448	430	440	439	471	461	441	496	459	484	469
	1.5	400	392	370	368	377	386	381	354	412	368	402	384
	2	383	368	340	341	350	375	348	351	370	345	354	357
	3	342	328	302	305	312	318	314	296	331	303	325	315
	4	321	302	297	302	300	308	285	273	298	292	305	294
	5	304	273	272	272	272	284	269	277	287	271	295	281
	6	291	286	266	259	270	275	281	267	276	262	275	273
	7	291	284	254	247	262	261	251	260	274	250	274	262
	8	286	279	248	236	254	274	237	240	283	260	264	256
9	286	255	243	258	252	250	259	237	265	242	261	252	
10	275	247	247	258	251	290	236	240	259	235	260	253	

表6 シーツの脱水挙動(H機使用・数字は含水量[g])

シート名		1枚脱水	3枚を同時に脱水					6枚を同時に脱水					
		No.2	No.5	No.15	No.16	平均	No.5	No.15	No.16	No.3	No.14	No.6	平均
開始時		956	959	986	964	970	959	986	964	958	981	968	969
脱水時間 (分)	0.5	533	537	482	530	516	614	614	638	642	602	626	623
	1	430	409	394	394	399	459	444	438	444	408	439	439
	1.5	362	342	338	328	336	366	354	366	371	337	357	359
	2	343	334	313	312	320	348	310	335	327	307	323	325
	3	343	309	300	312	307	334	317	271	298	282	298	300
	4	300	274	280	272	275	285	298	274	286	274	285	284
5	240	297	272	257	275	270	252	275	259	234	282	262	

表7 シーツの脱水挙動  
(N機使用・数字は含水量[g])

シート名		1枚脱水	3枚を同時に脱水				
		No.2	No.5	No.15	No.16	平均	
開始時		956	958	981	968	969	
脱水時間 (分)	0.5	406	387	385	399	390	
	1	362	344	335	347	342	
	1.5	338	308	295	325	309	
	2	316	296	287	317	300	
	3	304	271	272	288	277	
	4	300	259	253	286	266	
	5	284	248	247	281	259	
	6	286	249	233	256	246	
	7	272	242	238	261	247	
	8	259	246	230	261	246	
9	268	232	220	257	236		
10	261	231	230	260	240		

※N機については脱水槽が小さく、シートを同時に脱水できる枚数は3枚が限度であった

表8 ブラウスの脱水挙動と消費電力量変化(Bブラウスを使用)

		含水量(g)				消費電力量(kWh)			
		W機	T機	H機	N機	W機	T機	H機	N機
開始時		148	148	148	148	0.000	0.000	0.000	0.000
脱水時間 (分)	0.5	44	50	32	34	0.003	0.001	0.002	0.001
	1	35	33	29	28	0.004	0.001	0.004	0.002
	1.5	27	30	28	27	0.008	0.001	0.007	0.002
	2	25	28	27	26	0.010	0.002	0.009	0.003
	3	24	25	24	22	0.015	0.003	0.012	0.005
	4	24	23	22	24	0.016	0.004	0.017	0.007
	5	24	21	22	23	0.024	0.006	0.020	0.008
	6	23	20		20	0.024	0.007		0.009
	7	21	20		17	0.029	0.008		0.011
	8	21	19		19	0.034	0.010		0.013
9	20	18		20	0.038	0.011		0.015	
10	19	18		20	0.043	0.011		0.016	

表9 乾燥したタオルで巻いたブラウスの脱水挙動と消費電力量変化(Cブラウスを使用)

		含水量(g)				消費電力量(kWh)			
		W機	T機	H機	N機	W機	T機	H機	N機
開始時		148	148	148	148	0.000	0.000	0.000	0.000
脱水時間 (分)	0.5	27	30	27	20	0.003	0.001	0.002	0.001
	1	24	24	24	19	0.006	0.001	0.005	0.001
	1.5	21	22	23	18	0.008	0.001	0.006	0.003
	2	21	20	19	19	0.011	0.002	0.008	0.003
	3	19	19	20	18	0.011	0.003	0.012	0.005
	4	19	18	20	18	0.019	0.005	0.017	0.007
	5	18	18	20	18	0.020	0.006	0.019	0.008
	6	18	17		16	0.029	0.008		0.009
	7	18	16		16	0.029	0.008		0.011
	8	18	15		15	0.034	0.010		0.013
9	18	14		15	0.040	0.011		0.014	
10	18	14		15	0.048	0.011		0.016	

表10 ブラウスの脱水挙動と消費電力量(4機種を使用・3枚を同時に脱水する)

		W機					T機					H機					N機				
		含水量(g)				消費電力量(kWh)	含水量(g)				消費電力量(kWh)	含水量(g)				消費電力量(kWh)	含水量(g)				消費電力量(kWh)
開始時		148	148	148	148	0.000	148	148	148	148	0.000	148	148	148	148	0.000	148	148	148	148	0.000
脱水時間 (分)	0.5	32	40	36	36	0.003	42	47	45	45	0.001	28	32	32	31	0.002	31	40	31	34	0.001
	1	27	34	30	30	0.004	30	34	31	32	0.001	26	30	30	29	0.004	28	30	29	29	0.002
	1.5	24	27	24	25	0.009	27	32	30	30	0.001	24	28	26	26	0.007	29	34	28	30	0.002
	2	22	24	24	23	0.011	23	29	26	26	0.002	20	25	25	23	0.009	24	28	28	27	0.004
	3	24	24	24	24	0.016	19	25	23	22	0.003	20	24	22	22	0.012	20	27	24	24	0.005
	4	20	24	24	23	0.016	19	23	21	21	0.005	20	24	21	22	0.016	22	23	23	23	0.006
	5	16	22	22	20	0.024	18	21	20	20	0.006	19	24	21	21	0.020	21	21	22	21	0.008
	6	19	20	20	20	0.025	17	22	20	20	0.007						18	21	17	19	0.010
	7	18	20	19	19	0.029	17	20	20	19	0.008						19	21	22	21	0.011
	8	17	19	19	18	0.035	17	20	19	19	0.009						18	22	20	20	0.013
9	15	20	17	17	0.035	17	20	18	18	0.010						18	20	18	19	0.015	
10	17	20	17	18	0.035	15	20	18	18	0.011						18	18	19	18	0.016	

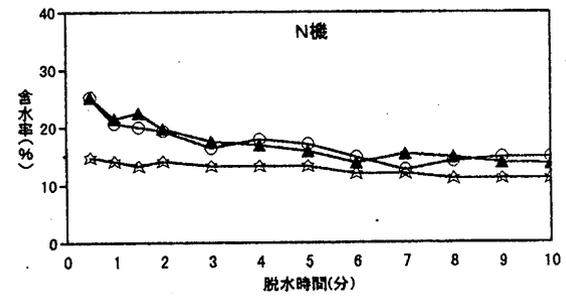
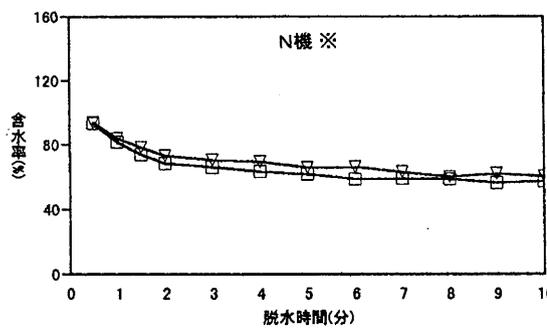
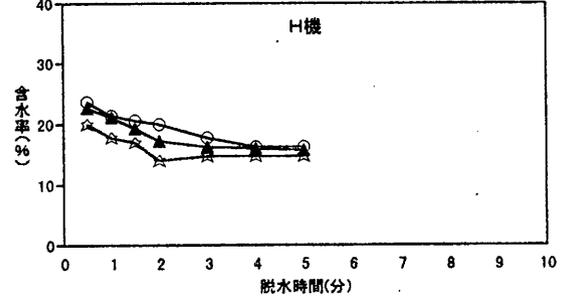
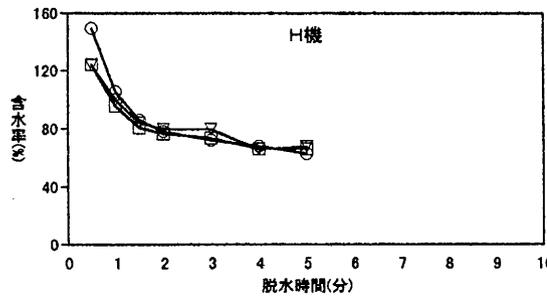
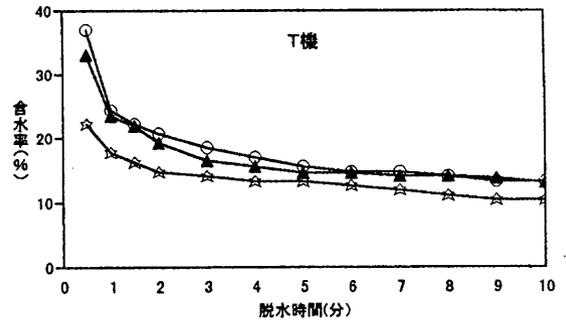
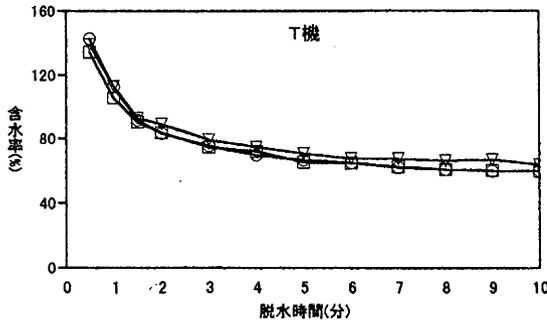
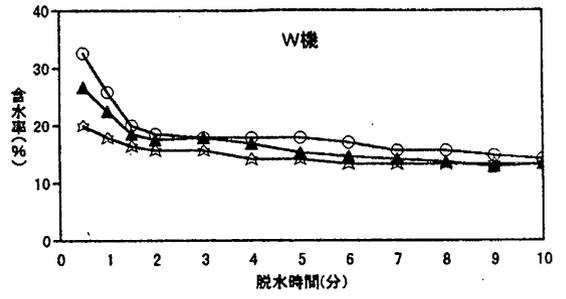
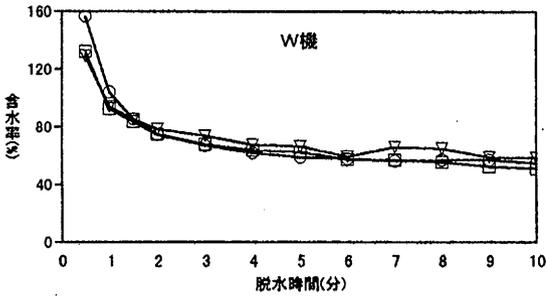


図12 含水量で表わした機種別の脱水挙動(シート)

- ▽シート1枚を脱水した場合
- シート3枚を同時に脱水した場合
- シート6枚を同時に脱水した場合

図13 含水量で表わした機種別の脱水挙動(ブラウス)

- ブラウス1枚(試料No B)を脱水した場合
- ▲ブラウス3枚(試料No A, B, C)を同時に脱水した場合
- ☆乾燥したタオルでブラウス1枚(試料No C)を巻いた場合

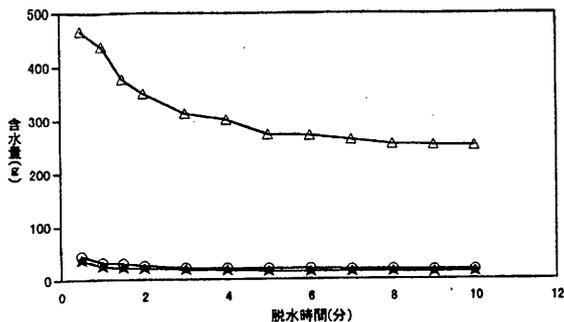


図14 脱水による被洗濯中の含水量変化(T機使用)

△シーツ3枚を同時に脱水した場合(1枚当りの平均値)  
○ブラウス3枚を同時に脱水した場合(1枚当りの平均値)  
★ブラウス1枚(C)を乾いたタオルで巻いた場合(ブラウスの含水量)

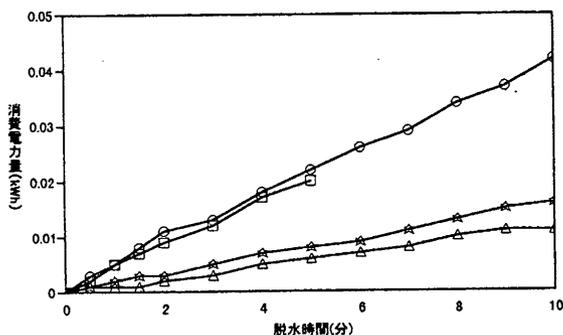


図15 脱水時間と消費電力の関係  
(4機種使用・被洗濯はブラウス3枚)

○W機 △T機 □H機 ☆N機

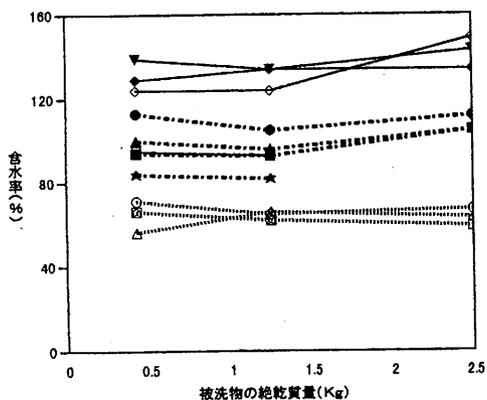


図16 被洗濯物の重量と脱水挙動(4機種使用・脱水時間は0.5分、1分、5分)

◆W機0.5分脱水 ■W機1分脱水 □W機5分脱水  
▼T機0.5分脱水 ●T機1分脱水 ○T機5分脱水  
◇H機0.5分脱水 ▲H機1分脱水 △H機5分脱水  
▽N機0.5分脱水 ★N機1分脱水 ☆N機5分脱水

分担者石久保は、家庭洗濯において、エネルギー消費量の削減およびCO<sub>2</sub>排出量の抑制するための手段としてLCA的な考え方の活用に着目した。

CO<sub>2</sub>排出抑制などの温暖化問題への対応策を検討することなどを目的に設立された「気候変動に関する政府間パネル(IPCC)」において、1990年の第1次評価報告書(FAR)では、自然現象としての地球温暖化に対して警鐘を鳴らしたが、2001年3月、第3次評価報告書(TAR)、第3作業部会がまとめた「政策決定者向け要約」(SPM)では、気候変動の緩和策について、特に社会的経済的な分析評価に力を傾けている。又、IPCC副議長谷口富裕氏は「環境に直接関係する政策措置よりも、そのベースを決める社会・経済構造やライフスタイルの変革を促す政策の方がはるかに大きな影響力をもつ。」と述べている。即ち、温暖化などの長期的な気候変動は、「どう変えるか」という主体的な選択が重要課題であることが浮き彫りになった。最も主体的な選択であるライフスタイルの変革は、家庭生活の暮らし方に影響される。しかしながら、それらの影響を分析評価するのに必要な情報およびデータ等は明確にされていない。

そこで、家庭生活の暮らし方のひとつとしての家庭洗濯について環境的側面から検討することにした。主に家庭洗濯での使用ステージにおける洗濯方法の違いおよび洗濯機種の違いによる環境負荷への影響を定量する目的でエネルギー消費量およびCO<sub>2</sub>排出量のLCA的評価の試算を試みた。

家庭洗濯におけるLCAの調査対象、検討範囲および前提条件について次に述べる。調査対象としては表3に示した各種洗濯機、および図4に示した手洗いとした。調査範囲としては各種洗濯機のライフサイクルの使用ステージ、影響領域としては地球温暖化を抽出し、環境負荷項目としてはエネルギー消費および排ガス(CO<sub>2</sub>)のカテゴリーを抽出した。洗濯機のシステム境界としては、洗濯機洗い(M1)⇨脱

水 (M2) ⇨すすぎ (M3) ⇨脱水 (M4) とし各操作工程をモジュール (M) で表し、図17に示した。又、INPUTを電力とし、OUTPUTをエネルギー消費量およびCO<sub>2</sub>排出量とした。

次に、エネルギー消費量およびCO<sub>2</sub>排出量の算出方法について以下に示す。

【エネルギー消費量Q<sub>T</sub> (Mcal)】

$$Q_T = \sum_j^{n_j} Q_M = \sum_j^{n_j} Q_E = \sum_j^{n_j} (b_E \times E_M) \dots\dots(1)$$

ここで、

Q<sub>T</sub>：使用ステージのトータルエネルギー消費量

Q<sub>M</sub>：使用ステージ中の各モジュール毎のエネルギー消費量

Q<sub>E</sub>：使用ステージ中の各モジュール毎の電気消費量より求めるエネルギー消費量

b<sub>E</sub>：電力原単位

E<sub>M</sub>：各モジュール毎の電気消費量

【CO<sub>2</sub>排出量A<sub>T</sub> (K g)】

$$A_T = \sum_j^{n_j} A_M = \sum_j^{n_j} A_E = \sum_j^{n_j} (C_E \times E_M) \dots\dots(2)$$

ここで、

A<sub>T</sub>：使用ステージのトータルCO<sub>2</sub>排出量

A<sub>M</sub>：使用ステージ中の各モジュール毎のCO<sub>2</sub>排出量

A<sub>E</sub>：使用ステージ中の各モジュール毎の電気消費量より求めるCO<sub>2</sub>排出量

C<sub>E</sub>：発電時のCO<sub>2</sub>排出原単位

E<sub>M</sub>：各モジュール毎の電気消費量

なお、電力原単位においては、表11に示したエネルギー原単位2,250Kcal/Kwh(b<sub>E</sub>)、CO<sub>2</sub>排出原単位0.165Kg-C/Kwh (C<sub>E</sub>)を用いた。エネルギー消費量およびCO<sub>2</sub>排出量の主要試算条件について、洗濯機を使用した場合では脱水モジュールのみ対象とし、期間を1年間、洗濯回数を1日1回として年間365回とし、消費電力量は実測値を用いた。手洗いの場合では洗濯

から乾燥までを対象とし、期間を10月から3月までの6ヶ月間、洗濯回数を1週1回として6ヶ月間24回とし、消費電力量は実測値を用いた。

図18は、(1)式から得られた洗濯機の使用ステージの脱水モジュールの機種別エネルギー消費量について示したものである。

図19は、(2)式から得られた洗濯機の使用ステージの脱水モジュールの機種別CO<sub>2</sub>排出量について示したものである。

脱水槽の内径と深さの値に近い全自動洗濯機渦巻式のW機とT機において、T機はエネルギー消費量とCO<sub>2</sub>排出量ともにW機の約3分の1の値を示した。

手洗いの場合では、消費電力のファクターより人的労力によるファクターが大きく、労働時間およびコストの側面から検討を必要とする。

洗濯機を使用した場合では、使用ステージの各モジュール毎のデータから、総合的にトータルCO<sub>2</sub>排出量等と洗濯機種との関連、更に被服の耐久性等の各側面からも検討する予定である。

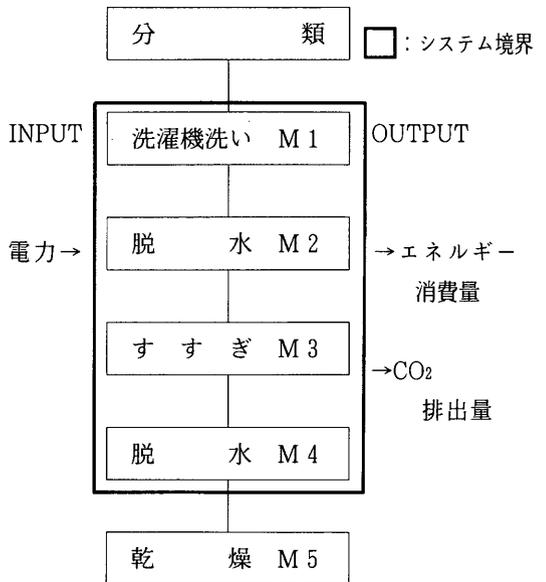


図17 家庭洗濯における洗濯機の使用ステージのフローチャート及びシステム境界 (M：モジュール)

表11 電力原単位

	1) 2) 3) エネルギー原単位 (Kcal/Kwh)	2) 3) CO <sub>2</sub> 排出原単位 (Kg-c/Kwh)
電力	2,250 (bE)	0.165 (cE)

電力bE：発電効率 38%

電力cE：設定条件 1992年の電源構成、

脱硝率：70%，脱硫率：90%

電力原単位：1992年の日本の発電構成（火力  
〔石炭、石油、LNG〕、原子力、  
水力他）

1) 総務庁編集(1989)，昭和60年産業連関表

2) (社)化学経済研究所(1981)，新規素材の導  
入に伴う省エネルギー効果の分析について

3) (社)プラスチック処理促進協会(1992)，廃  
プラスチックの処理・再資源化に関する環  
境影響評価

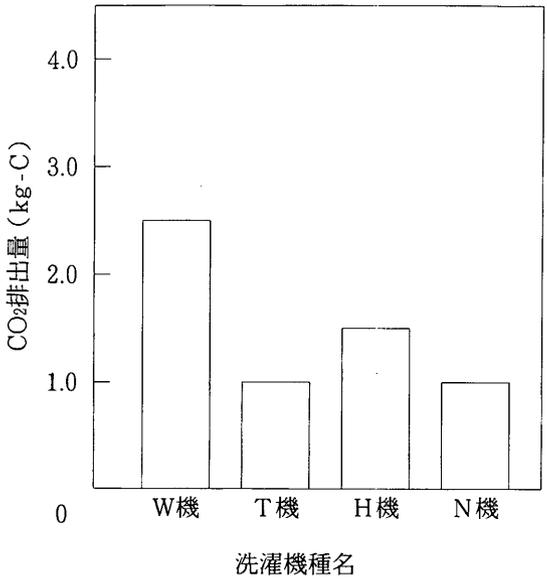


図19 洗濯機機種別CO<sub>2</sub>排出量(脱水)

脱水時間：10分(W機, T機, N機), 5分(H機)  
機 種：渦巻式(W機, T機), 攪拌式(H機)  
二槽式の脱水機(N機)

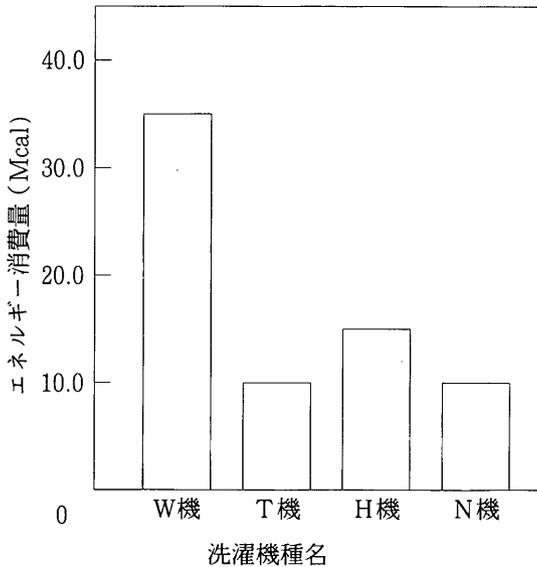


図18 洗濯機機種別エネルギー消費量(脱水)

脱水時間：10分(W機, T機, N機), 5分(H機)  
機 種：渦巻式(W機, T機), 攪拌式(H機)  
二槽式の脱水機(N機)