

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 19 日現在

機関番号：53301  
 研究種目：基礎研究（C）  
 研究期間：2010～2012  
 課題番号：22560594  
 研究課題名（和文） 資源ゴミの洗浄に係わる新たな水使用負荷の推定法と低負荷資源ゴミのあり方の提案  
 研究課題名（英文） Proposal of the Presumption Method of Water Use Load and the Ideal Way of Low Load resulting from Washing Recyclable Waste  
 研究代表者  
 石渡 博（ISHIWATARI HIROSHI）  
 石川工業高等専門学校・建築学科・教授  
 研究者番号：50290739

## 研究成果の概要（和文）：

平成9年の容器包装リサイクル法の施行以降、多くの自治体がゴミの分別回収を行い、包装容器類の資源ゴミは洗浄するように指導した結果、新たな負荷が発生している。本研究では、資源ゴミに関するアンケート、資源ゴミの洗浄に関する被験者実験などを行い、住宅における資源ゴミの洗浄により発生する新たな水（湯）使用負荷、排水負荷、（給湯）エネルギー消費についての原単位を示し、環境負荷の小さい包装容器のあり方を探った。

## 研究成果の概要（英文）：

Since the Containers and Packaging Recycling Law was in force in 1997, sorted collection of containers and packaging is going on, and we are supposed to wash recyclable waste under the local council's guidance. The important point is that as a result, water use load, energy consumption has correspondingly increased in spite of focus on environmental concerns, and that it is unexpected circumstances.

So we have proposed the presumption method of new water use load, waste water load and energy consumption through some questionnaire and the experiment for washing the recyclable waste, and to make a study on the ideal way of low load resulting from washing recyclable waste.

## 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2011年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2012年度	300,000	90,000	390,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

## 研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学 建築環境・設備

キーワード：アンケート、資源ゴミ、洗浄実験、被験者実験、水使用量、水使用時間、エネルギー消費量

## 1. 研究開始当初の背景

ゴミの減量化とリサイクルの推進を目的として、平成9年4月「容器包装に係わる分別収集及び再商品化の促進等に関する法律」

（容器包装リサイクル法）が施行された。これ以降、分別方法は多少異なっているものの、多くの自治体がゴミの分別回収を行っており、包装容器プラスチックなどが回収されて

いる。

この容器包装リサイクル法の対象（以下、資源ゴミという）となるものには、缶製品、ビン製品、ペットボトル、飲料用紙パック、紙製容器包装、プラスチック製包装容器などがあり、さらにプラスチック製包装容器には、レジ袋、菓子容器などのポリ袋、トレイの発泡スチロール類、レトルトパウチ、ラップ類、カップ類、ペットボトル以外のボトル類、チューブ類、ボトルのふたやネット類などが含まれる。

自治体のほとんどは、この資源ゴミについては洗浄するように指導しており、当該地域ではこの洗浄用の水使用量が増えていることは明らかである。そのため、従来のデータをもとに計画・建設されている上水道施設等については供給能力が不足することや、包装容器の汚れや油脂分の洗浄に湯が使用され、新たなエネルギー消費が発生していること、また、その一方で洗浄の煩わしさを嫌って多くの貴重な資源が可燃ゴミまたは埋め立てゴミとして廃棄されていることなど、新たな社会問題が生じている可能性が高い。

## 2. 研究の目的

本研究は、資源ゴミに関するアンケート、資源ゴミの洗浄に関する被験者実験などから、住宅における資源ゴミの洗浄により発生する新たな水（湯）使用負荷、排水負荷、（給湯）エネルギー消費についての原単位とその推定法を提案し、上下水処理施設などの計画にあたって有益な資料を提供し、「洗浄のしやすさ」「洗浄負荷の低減」という観点から、廃棄されにくく環境負荷の小さい包装容器（資源ゴミ）のあり方を探ることを目的とした。

## 3. 研究の方法

本研究は3年計画で行うこととした。まず現時点での資源ゴミ洗浄による環境負荷を把握するため、全国自治体のゴミ分別収集の実態を明らかにする。次に食品会社等から資料提供を受け、洗浄を念頭に置いて資源ゴミ（包装容器）の種分けと生産量等の把握を行い、つづいて住宅を対象にしたアンケートから、家庭内で発生する資源ゴミの種類と量、容器洗浄に関する意識と実態（実行率）などを明らかにする。最後に、被験者実験と被験者アンケートを行い、資源ゴミの洗浄にともない発生する水（湯）使用負荷量、排水負荷量、（給湯）エネルギー消費量（以下、洗浄負荷という）の原単位とその負荷総量の簡易推定法を提案して、新たな建築設備や上水供給施設、下水処理施設などの計画、あるいは既存施設の改善計画にあたって有益な資料を提供し、更に「洗浄のしやすさ」「洗浄負荷の低減」という観点から、廃棄されにくく

環境負荷の小さい包装容器（資源ゴミ）のあり方を探ることとした。

## 4. 研究成果

### （1）アンケート

22年度は住民の環境意識、資源ゴミ等の分別、資源ゴミの種類と量、資源ゴミの洗浄等について、金沢（236/350戸）、京都（118/151戸）、横浜（135/242戸）でアンケート調査をおこなった。表1に調査概要を示す。

表1 調査概要

配布、回収時期	金沢市：2009年12月下旬から2010年1月上旬 京都市：2010年8月下旬から11月上旬 横浜市：2011年3月上旬から3月下旬
配布部数、回収部数、回収率	金沢市：配布部数350部、回収部数236部（回収率67%） 京都市：配布部数151部、回収部数118部（回収率78%） 横浜市：配布部数242部、回収部数135部（回収率56%）
調査方法	訪問配布により、アンケートの趣旨を説明し回収または郵送での回収とした。
調査内容	回答者に関する属性、環境問題について、ゴミに対する意識について、資源ゴミの量について、資源ゴミの洗浄方法について、資源ゴミの種類別の洗浄について、回答者意見

アンケート結果より以下の知見を得た。

- ①節電、リサイクル等の住宅内行動が環境対策に役立っているかについては55%がわからないとしており、リサイクル等の効果が見えにくい現状を示した注目すべき結果であった。
- ②リサイクル区分についての意識は、資源化69.6%、燃料化48.1%であった。
- ③94.1%が資源ゴミを洗浄しており、洗浄は定着したと考えられる。
- ④65.4%が洗浄に給湯を使用しており（冬期は64.1%）、53.5%がゴミの洗浄に洗剤を使用している。冬の湯使用や洗剤使用については食器洗浄行為との関わりから多くなったと考えられる。
- ⑤汚れのひどいものは埋め立てゴミとして捨てられていることから洗浄のしやすい容器の開発も必要である。

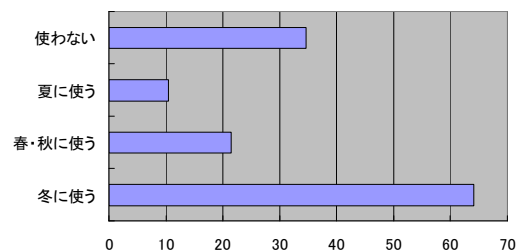


図1 湯を使用する季節

### （2）被験者実験（冬期）

資源ゴミの洗浄実験は、平成23年度の冬期実験と平成24年度の夏期実験の2回行った。

平成23年度の冬期実験は、主婦22人を被験者として、資源ゴミ（28品目—表2）の洗浄実験を行った。

表2 洗浄対象の資源ゴミ

容器No	包装容器(資源ゴミ)の種類	内容物
rw1	缶(コーヒー)	缶コーヒー
rw2	ビン(小)	ジャム
rw3	ビン(中)	餃子のたれ
rw4	ビン(大)	ボンズ
rw5	紙/パック(小)	乳飲料原液
rw6	紙/パック(中)	ココア原液
rw7	紙/パック(大)	牛乳
rw8	ボトル(汚れ 少)	塩コショウ
rw9	ボトル(汚れ 多)	ドレッシング
rw10	PET(500ml)	スポーツ飲料
rw11	PET(1000ml)	だしつゆ
rw12	PET(1000ml)	オレンジジュース
rw13	ボトル(油)	油
rw14	PET(1500ml)	コーラ
rw15	PET(2000ml)	ウーロン茶
rw16	チューブ類(マヨネーズ)	マヨネーズ
rw17	レトルトパウチ(牛丼)	牛丼
rw18	レトルトパウチ(カレー)	カレー
rw19	トレイ(小)	肉(小)
rw20	トレイ(中)	魚
rw21	トレイ(大)	肉(大)
rw22	プラスチックカップ(小)	プリン
rw23	プラスチックカップ(中)	キムチ
rw24	プラスチックカップ(中)	ヨーグルト
rw25	プラスチックカップ(大)	パスタ
rw26	発泡スチロールカップ類	焼きそば
rw27	発泡スチロールカップ類	カップ麺
rw28	缶(フルーツ)	みかん缶

実験装置は、熱源として比例式ガス給湯器を設置し、流量計(パルス発信)、熱電対を用いて洗浄時間、洗浄水量、使用湯温を測定した。また、洗浄の様子をビデオ撮影し、実験後にビデオデータを解析して洗浄時間を確定した。実験は、2人1組として1人3回の洗浄を交互に行った。洗浄は洗浄前にシングルレバー水栓にて通常の湯量、湯温に調節後、行った。また、本被験者を対象に、1週間の資源ゴミの廃棄量についてアンケート調査(1日3回分の廃棄量)を行った。

表3に使用湯温、表4にエネルギー消費量を示す。

表3 使用湯温(°C)(冬期)

	平均値	標準偏差	備考(欠損値)
No.1	33.7	1	
No.2	34.9	0.9	
No.3	34.2	0.1	
No.4	40.8	1.5	
No.5	41.7	0.2	
No.6	42	0.4	
No.7	35.7	5.2	
No.8	35.4	3.1	
No.9	38.3	0.1	
No.10	34.7	0.6	rw17
No.11	36.5	3.5	rw8、13
No.12			湯使用なし
No.13	38.9	3.3	
No.14	31.6	5.5	rw16~18、23、26
No.15	33.6	3.9	
No.16	36.3	1.2	rw16~18
No.17	44	3.1	rw8、13、16~18、22、24、25、26
No.18	40.1	2.5	rw8、13、17、18、23、24、28
No.19	35.7	6.7	rw6、13、16~18、
No.20			湯使用なし
No.21			湯使用なし
No.22	38.3	3.5	rw13、16~18、
平均値	37.2		
標準偏差	3.4		

また、この実験結果等より以下の知見を得た。

- ①22人中、2人はどの品目の洗浄においても湯を使用しなかった。
- ②高温の湯を使用する被験者は水側を止めて湯側(給湯器出口)のみの使用となり、通常も給湯器の設定温度まかせになっていると予想される。
- ③28品目を続けて洗浄したこともあり、資源ゴミの品目により湯量、湯温を調節し

た被験者はほとんどいなかった。

- ④洗浄時間(洗浄水量、エネルギー消費量)については被験者による偏り(個人差)が大きい。
- ⑤食用油のボトル(rw13)は実験の品目中、洗浄水量(平均3.5ℓ/個)、エネルギー消費量(358kJ/個)が最大となり、以下油脂分の多い品目が続いている。
- ⑥表3に使用湯温を示す。(No1は被験者番号)

表4 エネルギー消費量(冬期)

容器No	洗浄水量(ℓ)	使用湯温(°C)	エネルギー消費量(kJ)	備考
rw1	0.9	37	94	*給水温度11°C
rw2	1	37.4	115	
rw3	1.2	36.7	132	
rw4	1.1	36	118	
rw5	1.1	35.2	106	
rw6	1.3	35.9	133	
rw7	1	35.6	103	
rw8	1	34.9	98	
rw9	1.7	36.3	180	
rw10	0.7	36.3	70	
rw11	1.3	36.3	135	
rw12	0.9	36	94	
rw13	3.5	35.3	358	
rw14	0.9	36.4	94	
rw15	0.9	36.7	96	
rw16	2.9	37	315	
rw17	1.4	37.6	156	
rw18	1.6	37.8	181	
rw19	0.7	38	74	
rw20	0.8	38.3	86	
rw21	0.8	38.1	89	
rw22	0.6	38	63	
rw23	1.6	38.5	188	
rw24	1.2	38.3	140	
rw25	2.2	38.7	253	
rw26	1.3	38.9	155	
rw27	0.9	38.9	108	
rw28	0.7	38.5	79	

### (3) 被験者実験(夏期)

平成24年度は昨年度(冬期実験)に引き続き、20人の被験者による資源ゴミの洗浄実験(夏期実験)を行った。資源ゴミは昨年度同様に28品目とし、品目ごとの水使用時間、水使用時間、使用湯温、平均水温におけるエネルギー消費量を求めた。また、同被験者(住戸)を対象に20日間、33日間の資源ゴミ量のアンケート調査をおこなった。

表5にエネルギー消費量、図2に33日間の詳細アンケートにおける洗浄率を示す。

この実験結果等より以下の知見を得た。

- ①20人中16人が洗浄前に「つけ置き」を「している」または「ときどきしている」と答えた。
- ②冬期と同様に夏期の場合も油脂分の多い包装容器の洗浄には給湯が使用されていた(20人中18人に湯の使用がみられた)。
- ③包装容器の種類で湯温や流量を変化させることはほとんどなかった。
- ④ボトル、チューブ類やレトルトパウチなど、特に油脂分が多いものや洗浄しづらい形状のものは、廃棄されやすいと思われる。

- ⑤油のボトルなどは長期に使用されるため、調査した期間が長いほど廃棄される資源ゴミが多くなった。
- ⑥食品トレイは家庭内で最も多く排出されているが、形状や汚れの程度から見ても洗浄しやすいものが多く、洗浄率が高い。などであった。
- ⑦チューブ類 (rw16) が実験の品目中、洗浄水量 (平均 2.0 l/個)、エネルギー消費量 (70.4kJ/個) が最大となった。

表5 エネルギー消費量 (kJ/個) (夏期)

容器No.	水使用量(l)	使用湯温(°C)	エネルギー消費量(kJ)
rw1	0.4	29.8	4.7
rw2	0.9	30.5	13.2
rw3	0.7	30.8	11.1
rw4	0.5	30.5	7.3
rw5	0.5	29.7	5.7
rw6	0.5	29.7	5.7
rw7	0.5	30	6.3
rw8	0.7	29.7	7.9
rw9	0.7	30.2	9.4
rw10	0.3	30	3.8
rw11	0.6	30.4	8.5
rw12	0.6	30	7.5
rw13	1	32.9	24.7
rw14	0.5	30.3	6.9
rw15	0.5	30	6.3
rw16	2	35.4	70.4
rw17	0.8	36.5	31.8
rw18	0.9	37	37.7
rw19	0.7	30.8	11.1
rw20	0.7	31.4	12.9
rw21	0.8	35.8	29.5
rw22	0.4	31.1	6.9
rw23	1.2	31.1	20.6
rw24	1.1	30.5	16.1
rw25	1.6	31.5	30.2
rw26	1	31.1	17.2
rw27	0.6	30.9	9.8
rw28	0.5	31.2	8.8

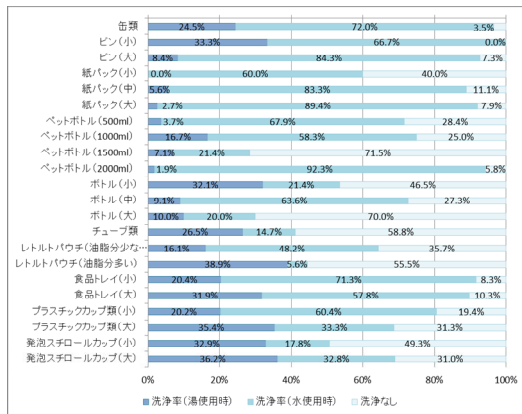


図2 33日間の詳細アンケートにおける洗浄率

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計5件)

- ①石渡 博「資源ゴミの洗浄に係わる水使用負荷、エネルギー消費量に関する研究

(その4) 資源ゴミの洗浄に関する被験者実験 (冬期)」平成24年度空気調和・衛生工学会学術講演論文集 2012.9 pp.21-24 査読なし

- ②島田哲也、石渡 博「資源ゴミの洗浄に係わる水使用負荷と低負荷資源ゴミの在り方の提案 (その3) 住宅における資源ゴミの洗浄等に関するアンケート」2011年度日本建築学会学術講演梗概集 2011.9 pp.643-644 査読なし

- ③石渡 博、島田哲也「資源ゴミの洗浄に係わる水使用負荷と低負荷資源ゴミの在り方の提案 金沢市の住宅における資源ゴミの洗浄等に関するアンケート (その2) 資源ゴミの洗浄等について」2010年度日本建築学会学術講演梗概集 2011.9 pp.581-582 査読なし

- ④島田哲也、石渡 博「資源ゴミの洗浄に係わる水使用負荷と低負荷資源ゴミの在り方の提案 金沢市の住宅における資源ゴミの洗浄等に関するアンケート (その1) アンケート概要と環境意識」2010年度日本建築学会学術講演梗概集 2011.9 pp.579-580 査読なし

- ⑤Tetsuya SHIMADA, Hiroshi ISHIWATARI  
「Proposal of the Presumption Method of Water Use Load and the Ideal Way of Low Load resulting from Washing Recyclable Waste-Questionnaire such as Washing Recyclable Waste in house-」17<sup>th</sup> Asian Symposium on Ecotechnology, Book of Abstracts 2010.11 p-8, Poster Presentation 査読なし

[学会発表] (計5件)

- ①石渡 博 (代表)「資源ゴミの洗浄に係わる水使用負荷、エネルギー消費量に関する研究

(その4) 資源ゴミの洗浄に関する被験者実験 (冬期)」平成24年度空気調和・衛生工学会大会 2012.9.5 札幌 (北海道大学)

- ②島田哲也 (代表)、石渡 博「資源ゴミの洗浄に係わる水使用負荷と低負荷資源ゴミの在り方の提案 (その3) 住宅における資源ゴミの洗浄等に関するアンケート」2011年度日本建築学会大会 2011.8.25 東京 (早稲田大学)

- ③石渡 博 (代表)、島田哲也「資源ゴミの洗浄に係わる水使用負荷と低負荷資源ゴミの在り方の提案 金沢市の住宅における資源ゴミの洗浄等に関するアンケート (その2) 資源ゴミの洗浄等について」2010年度日本建築学会大会 2011.8.25 北陸 (富山大学)

- ④島田哲也 (代表)、石渡 博「資源ゴミの洗浄に係わる水使用負荷と低負荷資源ゴミの在り方の提案 金沢市の住宅にお

る資源ゴミの洗浄等に関するアンケート  
(その1) アンケート概要と環境意識」  
2010年度日本建築学会大会 2010.9.11

- ⑤ Tetsuya SHIMADA, Hiroshi ISHIWATARI  
「Proposal of the Presumption Method of  
Water Use Load and the Ideal Way of Low  
Load resulting from Washing Recyclable  
Waste-Questionnaire such as Washing  
Recyclable Waste in house-」 17<sup>th</sup> Asian  
Symposium on Ecotechnology, Poster  
Presentation, 2010.11.13 Unazuki  
International Hall "Selene" in Kurobe.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

石渡 博 (ISHIWATARI HIROSHI)

石川工業高等専門学校・建築学科・教授

研究者番号：50290739