

【特集：金属資源の物質フローとリサイクル・廃棄物管理—物質フロー研究部会特集—】

廃電池の排出動態とリサイクルの現状分析

浅利美鈴*・丸川 純**・酒井伸一*

【要旨】日本における使用済み小形電池の回収方法とその実態を把握し、回収・リサイクル検討に向けた基礎的知見を得ることを目的に、小形電池の回収率を推定した後、使用済み小形電池に関する自治体収集分類等に関する調査、消費者アンケート、小型家電製品からの小形電池取り外し実態調査を行った。

その結果、日本における小形電池の回収率は26%と推定され、特に二次電池等は低く、欧州各国と比較しても、向上の余地があると考えられた。また、自治体における収集分類等は、自治体および電池間で統一されておらず、必要な情報発信も不十分と考えられた。小型家電製品からの小形電池取り外し実態に関する調査からは、特に二次電池を利用する小型家電製品について、ほとんど電池が取り外されずに捨てられていることが明らかとなった。これらの背景としては、アンケート調査より消費者の情報・認知不足や負担感が示唆され、検討を要する点が抽出された。

キーワード：小形電池、回収、リサイクル、消費者、小型家電製品

1. はじめに

近年、多くの家電製品やAV機器・通信機器においてコードレス化が進み、それらの製品を支える各種小形電池の使用量も年々増加するとともに、使い終わった電池の処分・処理についても特に海外を中心に問題視されている。電池は電気製品の中でも小形のため、容易にごみ箱に捨てられてしまう傾向にある。また、小型家電製品から取り外されることなく、一緒に廃棄されることも考えられる。亜鉛やマンガン、カドミウム等の重金属等を含む電池が一般のごみに混じって焼却・埋立処分されてしまうことは、有害廃棄物管理の観点から好ましくない。また、近年使用量が増加しているニッケル水素電池やリチウムイオン電池には、資源価値の高いコバルトや

ニッケル等のレアメタルが少なからず含まれており、資源有効利用の観点からも、回収・リサイクルを検討すべき製品といえる。

EUでは2006年に施行した新電池指令(2006/66/EC)のもと、全種類の電池を対象とした回収・リサイクルが加盟国に義務付けられた。その背景には1991年の旧電池指令以降も電池の廃棄が続いたことや、自主的な回収では回収率が向上しなかったことがある。新電池指令ではEU全体での回収目標が定められ、電池メーカーや輸入業者が主体となった回収・リサイクルシステムの構築に向けて各国が取り組みを進めている。

一方日本では、法的な枠組みとしては資源有効利用促進法により小形二次電池に関して製造者主導のもとでの回収・リサイクルが促されているが、回収率の目標値がないために年間の出荷量や廃棄量に対して現状どれだけの電池を回収できているかは明らかになっていない。また、筒型の一次電池(乾電池)やボタン電池については回収を行う法的義務はなく、現在自治体や電池メーカーの自主的な取り組みに委ねられている。日本では使用済み小形電池がどのように捨てられ、回収・リサイクルされているのかその現状が把握されておらず、回収対象とすべき電池の種類についても検討が進んでいない。

査読付展望論文

原稿受付 2011. 9. 22 原稿受理 2011. 12. 9

* 京都大学環境科学センター

** 株式会社計画

連絡先：〒606-8501 京都市左京区吉田本町

京都大学環境科学センター 浅利 美鈴

E-mail: misuzuasari@eprc.kyoto-u.ac.jp

表1 本研究における電池呼称に関する定義

小形一次電池	筒型一次電池	マンガン電池、アルカリマンガン電池等、一般的に乾電池と呼ばれるもの
	ボタン電池	酸化銀電池等のボタン電池と、コイン型のリチウム電池も含む
小形二次電池		ニカド電池、ニッケル水銀電池、リチウムイオン電池等

本研究の目的は、日本における使用済み小形電池の回収方法とその実態を把握し、現状分析を行い、回収・リサイクル検討に向けた基礎的知見を得ることにある。そこで、日本における小形電池の回収率を推定した後、使用済み小形電池に関する自治体収集分類等に関する調査、消費者アンケート、小型家電製品からの小形電池取り外し実態調査を行った。

なお、本研究における電池に関する呼称は、表1のとおりである。

2. 調査研究の方法

2.1 小形電池の回収率の推定

まず、小形電池の回収率は、回収量を前年の国内出荷量で割ることで推定した。

国内出荷量については、機械統計年報¹⁾における国内生産量から貿易統計²⁾の輸出量を引き、輸入量を加えた値を小形電池の国内出荷量(千個/年)として、1個あたりの単位重量(g/個)を用いて重量換算した。単位重量については、まずマンガン電池およびアルカリマンガン電池、ボタン電池では、表2に示す京都市拠点回収施設等での廃電池サンプル調査結果を用いた。ニカド電池、ニッケル水素電池、リチウムイオン電池については調査におけるサンプル数が少なかったため、貿易統計において把握できる輸出入の個数と重量から推定した値を重量単位とした。ただし、貿易統計データが得られないその他の電池(アルカリボタン電池等)については考慮できていない。

回収量については、電池の種類によって回収・リサイクルの枠組みが異なるため、大きく3つの電池種にわけ整理した。法的な枠組みとして2001年の資源有効利

用促進法により電池メーカーおよび電池機器メーカーによる回収・リサイクルが行われている小形二次電池4種(小形シール鉛蓄電池、ニカド電池、ニッケル水素電池、リチウムイオン電池)については、JBRC(Japan Portable Rechargeable Battery Recycling Center)公表値³⁾を用いた。法的な枠組みはないが、2009年より電池メーカーによる自主的な回収取り組みが始まっている一次電池(ボタン型)については、ボタン電池回収センター公表値⁴⁾を用いた。他方、マンガン電池やアルカリ電池のような一次電池(筒型)については、法的な枠組みもメーカーによる自主的な取り組みもないが、1986年に全国都市清掃会議が使用済み乾電池の広域回収・処理計画を策定し、会員/非会員に関係なく、全国の自治体を対象とする「使用済み乾電池広域回収・処理連絡会」を設置し、マンガン電池およびアルカリマンガン電池の回収・リサイクルを進めてきた。そのリサイクルを担う1社を含む、代表的なりサイクル業者2社へのヒアリングを行い、その数値を用いた。

2.2 自治体による使用済み小形電池収集分類等に関する調査

各自治体が、使用済み小形電池の捨て方に関して、消費者にどのような指導をしているか把握することを目的に、全国の自治体のうち783の市と東京23区を合わせた計806の自治体のウェブサイトから、電池の捨て方に関する記述を整理した。調査対象とした電池は筒型一次電池(乾電池)、ボタン電池、小形二次電池であり、自動車用・バイク・自転車用および産業用途の電池は含まれていない。また、小型家電製品(デジカメ等や時計等)についても、捨てる際に電池の取り外しに関する指導がされているかを調べた。調査した806の自治体は全

表2 使用済み小形一次電池のサンプル調査概要

調査対象	・京都市上京リサイクルステーション(RS)で回収された電池(いわゆる拠点回収) ・京都市小型家電回収モデル事業において回収された電池
調査(回収)期間/個数	・上京RS:2010年11月3~17日/一次電池1,133個、アルカリボタン電池14個 ・京都市小型家電回収:2010年7~9月の3カ月/一次電池655個、アルカリボタン電池9個
調査方法	各種電池について、1つずつサイズや重量を調べた。そしてサイズ別の構成比を用いて1個あたりの重量単位を推定した。
調査結果(加重平均重量)	マンガン電池:46.6g/個 アルカリマンガン乾電池:33.0g/個 ボタン電池:2.0g/個

自治体数(1,727)の47%に相当する。町や村は考慮できていないが、806自治体の人口は計114,506,752人で、全人口の88%に相当しているため日本全国の収集分類として一般性があるものとして扱った。なお、調査日は2010年8月7日～8月11日であり、その時点での情報を整理した結果となる。

2.3 消費者へのアンケート調査

廃棄動向の把握には自治体の収集分類だけでなく、消費者がどのように電池を捨てているかを明らかにする必要がある。そこで、家庭系廃棄物に関するインターネットアンケート調査の一環として、電池の捨て方等に関する消費者の意識や行動を調べた。

表3に本研究で行った調査の概要を示した。京都市を中心とした11政令指定都市を対象に、各電池を捨てた経験がある人に対してその排出先に関して質問を行った。対象とした電池は、家庭用に販売されている「筒型の一

次電池」「ボタン電池」「筒型の二次電池」の3種類であり、発電方式や電池サイズの違いは考慮していない。また、製品に内蔵される形で販売または製品とともに処分される電池や、自動車等に使用される大型の電池、産業用の電池に関しては対象外とした。

表4に調査対象とした各自治体による電池の回収分類を示す。各市によって筒型の一次電池の回収分類が異なり、京都市および大阪市が「公共施設や商業施設等での拠点回収」、北九州市が「家庭ごみ(可燃ごみ)」、福岡市、神戸市、名古屋市が「不燃ごみ」、その他の地域が、「資源または有害ごみとしての分別回収」を行っている。ボタン電池、筒型の二次電池に関しては、広島市以外は「販売店等での拠点回収」となっている。

2.4 使用済み小型家電製品における電池取り外し実態調査

京都市小型家電回収モデル事業により回収された家電

表3 アンケート調査概要

項目	概要
目的	家庭系廃棄物に関する購入・使用・廃棄状況を把握すること
実施期間	2010年3月23日～3月24日
方式	インターネットアンケート
回答者年代	20代・30代・40代・50代・60代から均等に
対象地域およびサンプル数	11政令指定都市(約5,400サンプル) 京都市(約1,500サンプル)、札幌市、仙台市、川崎市、横浜市、名古屋市、大阪市、神戸市、広島市、北九州市、福岡市(各400サンプル)
設問数	23問(うち電池に関する設問は7問)
対象	筒型の一次電池、ボタン型の一次電池、筒型の二次電池
設問内容	処分方法や使用・保管状況等

表4 各自治体における電池の回収分類(世帯数や回収分類は2010年3月のもの)

自治体	人口(人)	世帯数(世帯)	回収分類		
			筒型の一次電池	ボタン型の一次電池	筒型の二次電池
京都市	1,465,698	671,959	拠点回収 市内104カ所の公共施設や商業施設での拠点回収	販売店等での拠点回収	販売店等での拠点回収
大阪市	2,662,608	1,307,385		市内107カ所の公共施設や商業施設での拠点回収	販売店等での拠点回収
北九州市	982,319	429,828	家庭ごみ(可燃ごみ) 週2回家庭ごみとして市が回収	販売店等での拠点回収	販売店等での拠点回収
福岡市	1,454,631	698,230	不燃ごみ 月2回燃えないごみとして市が回収	販売店等での拠点回収	販売店等での拠点回収
名古屋市	2,257,249	1,012,553		筒型一次電池は不燃ごみとして週1回市が回収	販売店等での拠点回収
神戸市	1,536,880	677,963	分別回収 月2回燃えないごみとして市が回収	販売店等での拠点回収	販売店等での拠点回収
札幌市	1,906,129	891,658		週1回筒型乾電池類として市が回収	販売店等での拠点回収
仙台市	1,034,646	457,817	分別回収 週1回筒型乾電池類として市が回収	販売店等での拠点回収	販売店等での拠点回収
横浜市	3,671,386	1,577,469		週2回、乾電池として市が回収	販売店等での拠点回収
川崎市	1,410,734	652,214	分別回収 週1回資源物として市が回収	販売店等での拠点回収	販売店等での拠点回収
広島市	1,171,559	523,872		月に2回、有害ごみとして市が回収(販売店での拠点回収もしている)	月に2回、有害ごみとして市が回収(販売店での拠点回収もしている)

表5 調査対象製品と使用している電池の分類

使用される電池の種類	製 品
主に小形一次電池を使用	ポータブル液晶テレビ、電子手帳、電子辞書、ポータブルラジオ、置き時計、リモコン
主に小形二次電池を使用	携帯電話・PHS、ビデオカメラ、ノートパソコン、ポータブルDVDプレーヤー、コードレステレホン（子機）
小形一次電池、小形二次電池の両方を使用	デジタルカメラ、音楽プレーヤー、小型ゲーム機、シェーバー

(太字が京都市回収対象15品目、下線は環境省アンケート調査⁵⁾と比較を行う製品)

製品をサンプルとして、電池が取り外されないまま手放された製品がどれだけあるかを調査した。調査したサンプルは、2010年10月～2010年12月の3ヶ月間に京都市小型家電回収モデル事業において各拠点施設やイベント回収により集められた家電製品である。モデル事業における回収対象15品目は、携帯電話・PHS、ポータブル液晶テレビ、デジタルカメラ、ビデオカメラ、電子手帳、電子辞書、電卓、携帯音楽プレーヤー、携帯DVDプレーヤー、携帯ラジオ、家庭用ゲーム機、USBメモリー、ICレコーダ、外付けハードディスクドライブ、家庭用ゲームソフト（ディスク型を除く）である。しかし、実際にはシェーバーや時計、電池といった対象以外の製品も多く混入されていた。

本調査では、回収された家電製品の中から一次電池や二次電池を使用する製品を選び、それぞれ電池が入ったままになっているものと、入っていない（取り外されている）ものの数を計測した。本調査で対象とした製品一覧を表5に示した。ただし、1) 収集した家電製品の運搬時に電池が外れていた場合、正しく集計できていない

可能性があること、2) ドライバー等の器具を使用しなければ電池の有無を確認できないものについては、中身を確認できていないこと、3) 筒型一次電池と同じ形状の二次電池が市販されているが、電池が取り外されており、筒型電池が入るようになっている場合、一次電池を利用する製品に分類していること等に注意が必要である。また、小型家電製品の捨て方としてより一般的に考えられる不燃ごみを対象に同様の調査を行った場合とは性質が異なる可能性がある点にも注意を要する。

3. 結果と考察

3.1 小形電池の回収率の推定

2008年における各電池の国内出荷量の推定値を表6に、回収実績値を表7に示した。日本での回収実績については、2008年で22,855 ton、1人あたりの回収量は179 g/人・年、国内出荷重量に対する回収率は26%と推定された。種類別には、一次電池が30%と最も高いが、小形二次電池は9%、ボタン電池は1%にも満たな

表6 日本における国内出荷量の推定値（2008年度）

発電方式（形状）	電池種類	国内出荷量 (千個)	単位重量 (g/個)	国内出荷量 (ton)
一次電池（筒型）	マンガン電池	443.675	46.6	20.675
	アルカリマンガン電池	1,575.821	33.0	52.002
一次電池（ボタン型）	酸化銀電池	360.123	2.0	720
二次電池	ニカド電池	45.702	47.1	2.155
	ニッケル水素電池	147.912	65.9	9.746
	リチウムイオン電池	86.121	32.2	2.769
合 計				88.067

表7 日本での回収実績値

電池種類	回収量 (ton/年)	回収率 (%)	データ元	
一次電池（筒型）	21,500	30	代表的なリサイクル業社2社へのヒアリング	
一次電池（ボタン型）	1	0.1	ボタン電池回収センター ⁴⁾ 公表値（2009年度）	
二次電池（小形）	ニカド電池	984	46	JBRC ³⁾ 公表値（2009年度）
	ニッケル水素電池	205	2	
	リチウムイオン電池	165	6	
	合計	1,354	9	

い現状であることがわかった。

資源性の観点から、いくつかの金属に着目して、今回の結果もあわせて考察する。マンガンについては、鉄鋼等への添加剤としての利用が量的に多くを占めるが、リサイクル率は0%と推計され、国内でマンガンのリサイクルはほとんど行われていないとされている。ただし、一次電池に使用されているマンガンは、廃電池の処理工程で亜鉛・マンガンの混合酸化物まで国内で作られ、主に肥料原料として海外に輸出されているとみられている⁶⁾。一次電池のリサイクルの実態を資源性の面からも把握することが必要と考えられる。リチウムについては、リチウムイオン電池への利用量が顕著に伸びてきているが、国内でのリチウムのリサイクル率は0%とされている。使用済みリチウムイオン電池からリチウム等を回収する技術開発は行われつつあるが、現在リチウムのリサイクルは行われていないと見られている⁶⁾。コバルトについても、リチウムイオン二次電池が主要用途である。国内でのコバルトのリサイクル率は0.5% (2009年)と推定されている。これは、触媒等からの回収 (36 ton) とリチウムイオン電池からの回収 (300 ton) をあわせた量であるが、後者はリチウムイオン電池へのコバルトの推定使用量 10,384 ton (2009年) に対して3%にとどまっている⁶⁾。本研究では回収率6%と推定しており、大きく矛盾しない結果と考えられるが、いずれにしてもリサイクルへの取り組みはこれからとみられる。カドミウムについては、ニカド電池が最大用途である。国内でのカドミウムのリサイクル率は31% (2009年)と推定されている。このうち、170 ton がニカド電池に由来するものとされ、電池への同年の需用量 1,076 ton に対しては16%程度となる⁶⁾。本研究では回収率46%と推定しており、やや大きくなっているが、過去の生産量の方が多かったことなどから、大きく矛盾しないものと考えられる。いずれにしても、今後、フロー解析等により、リサ

イクル実態や可能性を資源性および有害性の両面から検証する必要があると考えられた。

図1に、回収団体により回収率の数値が公表されている国の回収率⁷⁻¹³⁾を示すが、日本の回収率は、EUの中でも制度が進んでいるドイツ (41%) 等を下回り、EU非加盟であるスイスの回収率 (71%) とは大きく離れていることがわかった。現在回収率5%程度と公表しているイギリスでは2010年より回収団体が設立され、2012年の回収目標25%の達成に向けて制度を充実させていくことが予想される。これに対し日本ではボタン電池回収センターやJBRCを通して回収率を向上させる取り組みはあるものの、重量ベースで国内出荷量全体の83%を占める筒型一次電池の回収については、回収するかどうかを含めて現状各自治体の判断に委ねられているのが現状である。

また、EUでは新電池指令との関連法規の中で、WEEE指令により回収された家電製品からの電池の取り外しが要求され、取り外された後は新電池指令に従い回収・リサイクルが行われることも日本との大きな違いといえる。日本における家電リサイクル法では限定された大型電化製品のみが対象となっているため、電池を使用するような小型家電製品については各自治体で不燃ごみや可燃ごみとして処理されている。その際製品に電池が内蔵されたままであった場合、それを取り外す処理を行っているかどうか各自治体や最終処分場等によって方針が異なる。特に、多くの二次電池は製品設計の段階で組み込まれ、その製品でしか使用できない場合が多いため、製品とともに捨てられる電池の回収は日本にとって大きな課題であるといえる。

なお、本研究において日本の回収率を推計する際に使用した筒型一次電池の年間回収量は、代表的なリサイクル業社2社へのヒアリングによる報告値を合計した値であり、今後、より正確な数値把握が必要と考えられる。

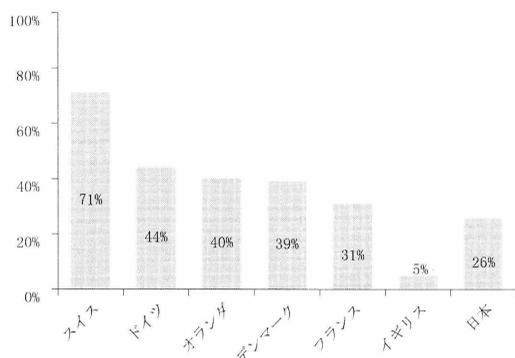


図1 日本と各国における使用済み小形電池回収率

3.2 自治体による使用済み小形電池収集分類等に関する調査

3.2.1 筒型一次電池の収集分類

筒型一次電池の収集区分について、自治体数別および人口数別の結果を図2に示した。凡例に枠線があるものが他のごみと電池を分けるように指導している場合であり、枠線のないものが他のごみと一緒に収集している場合である。また、拠点回収については、公共施設を含むかどうかで区分した。

まず、自治体数別では全体の75%を占める605自治体が、筒型一次電池を他のごみと分けるように指導していることがわかった。そのうち拠点回収を行っている自

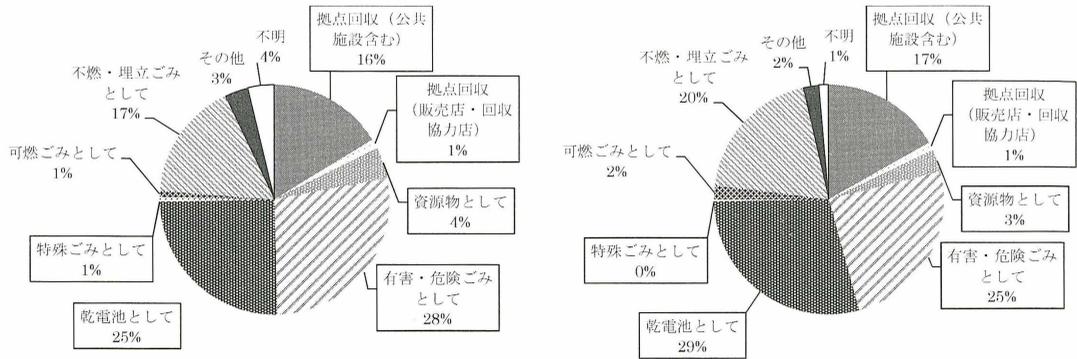


図2 簡型一次電池の収集分類 (左：自治体数別 右：人口数別)

自治体は141あり、残りの466自治体では、資源物、有害・危険ごみ、乾電池および特殊ごみとして自治体自身が分別回収を行っていた。また拠点回収の形式をみると、公共施設を含む場合が一般的で、販売店・回収協力店のみでの回収は1%と少ないことがわかる。人口数別でも自治体数別での結果とほぼ同じ傾向がみられた。残る25%の自治体では簡型一次電池を他のごみと一緒にの区分で収集しており、特に不燃・埋立ごみとしての収集が多い(全自治体数の17%)ことがわかった。また可燃ごみとして電池を収集している自治体が7自治体あった。

3.2.2 ボタン電池の収集分類

ボタン電池の収集区分についての結果を図3に示した。

まず自治体数別の結果をみると、販売店・回収協力店での拠点回収を指導している場合が多く、全体の41%(333自治体)であった。これは小形一次電池の調査結果の逆であり、メーカーによる自主回収ルートがあるかどうかが大きく影響していると考えられた。また、人口

数別でみた場合には、全体の62%が販売店・回収協力店での回収となっており、自治体数でみたときよりも割合が大きい。これは、人口の多い都市ほど電池を販売している店が多く、自治体も販売店での回収を促す傾向にあるためだと考えられる。

可燃ごみとして収集している自治体は調査した806自治体では確認されなかったが、ボタン電池の捨て方について情報の記載が確認できない自治体は345自治体(43%)あった。

3.2.3 小形二次電池の収集分類

小形二次電池の収集区分についての結果を図4に示した。図3に示したボタン電池の場合と傾向が似ており、販売店・回収協力店での回収が全自治体数の45%(364自治体)となっている。一方で、情報の記載がない自治体も46%(369自治体)と半数近い結果であった。分別回収を行っている自治体は全自治体数の6%、可燃ごみとして収集している自治体は調査した806自治体では確

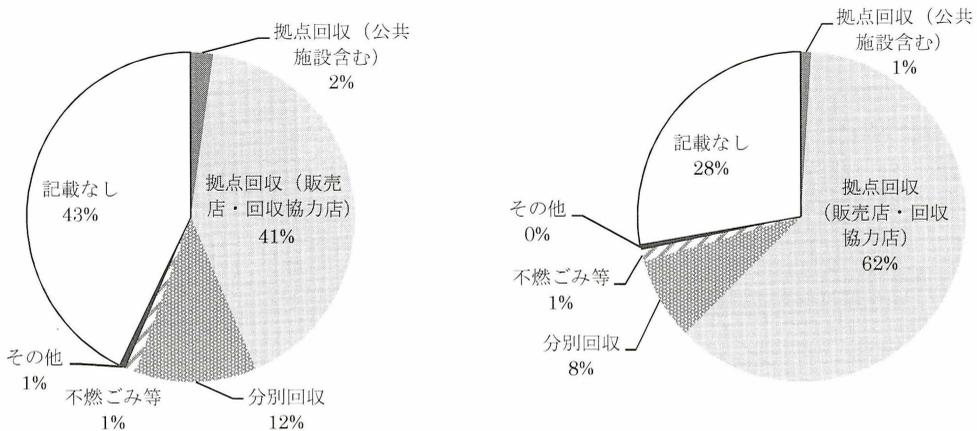


図3 ボタン電池の収集分類 (左：自治体数別 右：人口数別)

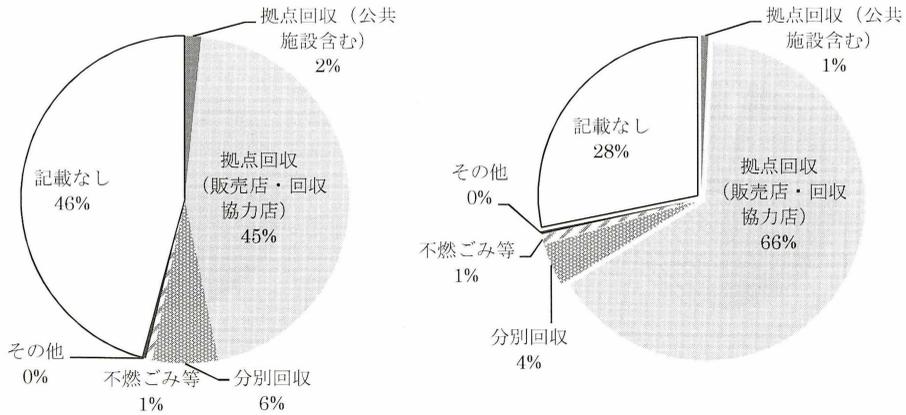


図4 小形二次電池の収集分類 (左：自治体数別 右：人口数別)

認できなかった。人口数別では販売店・回収協力店での拠点回収は66%を占め、やはり人口の多い都市ほど販売店・回収協力店での拠点回収を指導する傾向にあった。

3.2.4 小型家電製品からの電池取り外し指導

各種電池を使用する小型家電製品（デジカメ等や時計等）について、捨てる際の電池の取り外しに関する指導がされているかを調査した結果を図5に示した。製品からの電池の取り外しに関する指示があった自治体は全自治体数の16%程度であり、81%の自治体では記載が確認できなかった。また特定製品のみ指示がある場合もあり、たとえばストープやコンロ等に関して、発火の危険性から取り外し指示があった。リチウムイオン電池についても発火の危険性から記載している自治体が見られた。自治体数別と人口数別で比較しても、違いはみられなかった。

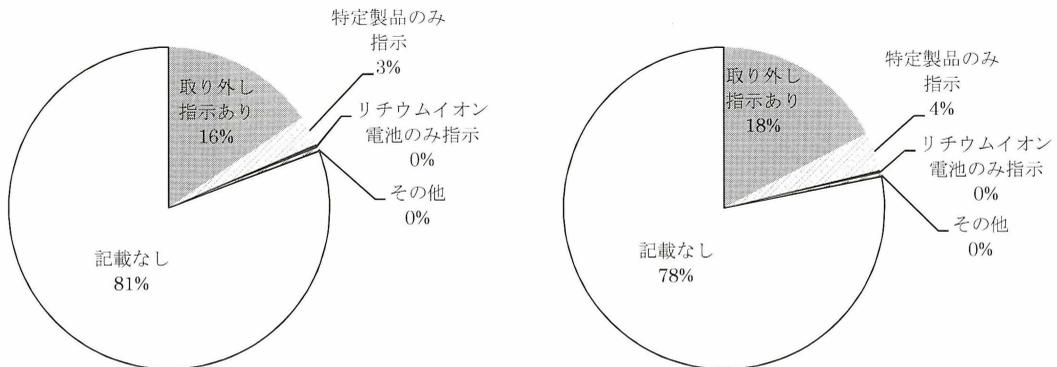
3.2.5 自治体における電池の収集分類

本調査の結果より、電池の種類により自治体が指定す

る収集分類は大きく異なることがわかった。まず筒型一次電池では拠点回収および分別回収を行う自治体が75%を占め、ついで不燃ごみとして収集する自治体が17%であった。一方、メーカーによる自主回収取り組みがあるボタン電池や二次電池については、販売店および回収協力店での回収を指示する場合は全体の40%ないし45%を占め、自治体の費用で回収を行っているのは1割程度であることがわかった。特に人口の多い所ほど自治体は関与せず、販売店や回収協力店での回収という形式をとる傾向にあることがわかった。

次にボタン電池や二次電池の捨て方については、約45%の自治体ではウェブサイトでの記載が確認できなかった。ウェブサイト上で確認できるごみの捨て方に関する情報からの判断であるが、これらの自治体において消費者が捨て方を確認できない場合、一次電池の収集分類同様の捨て方がされる可能性が考えられる。

また、小型家電製品からの電池の取り外しに関する調



(左：自治体数別 右：人口数別)

図5 家電製品からの電池の取り外しに関する指導状況

査結果から、全自治体数の80%以上が何の情報も記載していないことがわかった。そのため、取り外しに関する情報が得られないことが消費者の小形電池（特に小形二次電池）リサイクルへの認知度の低下につながり、製品の廃棄時に電池が取り外されず一緒に廃棄されることを促す恐れがある。

本調査の対象とした806自治体のなかで、筒型一次電池の分別回収を行っているのは605自治体であったのに対し、(社)全国都市清掃会議による広域回収処理計画を利用しているのは251自治体¹⁴⁾と大きな開きがみられた。そのため、町村も含めた日本全体では分別回収を行う自治体の多くが広域回収処理計画を利用しない形で集めた電池の処理を行っていると考えられた。本調査は自治体がウェブサイトで市民向けに発信している情報を整理・分類したものであるため、その性質上回収後どのように処理・処分が行われているかは把握できていない。今後の課題として、可燃ごみ、不燃ごみ、分別回収および拠点回収により集められた電池が、それぞれどのように処理されているのかを複数の自治体へのアンケート調査およびヒアリングから把握すること等が考えられる。

3.3 消費者へのアンケート調査

3.3.1 筒型一次電池に対する消費者行動

筒型一次電池（乾電池）をどのように捨てているかについてのアンケート結果を図6に示した。なお、設問の都合上その都市では実際に行われていない回収方法を含んでおり、たとえば京都市では不燃ごみという回収形態はとっていないため、京都市の回答者でこれを選んだ人

は「その市では行われていない」として集計している。これに該当する可能性のある回収分類は、「不燃ごみ」と「市での分別回収」である。拠点回収については市のウェブサイトには記載していても販売店等が自主的に回収しているケースもあるため、対象外としている。

まず、各市が指定している分類どおりに捨てると回答した人の割合は、公共施設での拠点回収を行う都市で平均22.9%、可燃ごみとして収集する北九州市では47.1%、不燃ごみとして収集する都市では平均52.3%、分別回収を行う都市では平均65.6%となった。拠点回収を行っている京都市や大阪市では指定通りに捨てると回答した人が少なく、その原因は可燃ごみに捨てる人と、その市では行われていない回収分類を回答として選んだ人が多いことにある。特に可燃ごみに捨てる人の割合は京都市(28.4%)、大阪市(36.6%)とも高く、市として可燃ごみへの分別を行う北九州市に次いで多い結果となった。これに対し、不燃ごみ収集や分別回収を行う地域での平均値が5.0%であることから、拠点回収のみを行う地域では可燃ごみへの電池の混入率が高くなっている可能性が示された。

3.3.2 ボタン電池に対する消費者行動

ボタン電池に関するアンケート結果を図7に示す。指定通りの捨て方を選んだ人の割合をみると、分別回収している広島市の結果(73.8%)に比べ、販売店等での拠点回収を指定している10都市の結果は平均25.0%とかなり低い。北九州市や京都市、大阪市では3割近くの人が可燃ごみに捨てると回答しているほか、他都市でも筒型一次電池と同様の回答傾向がみられ、消費者は電池の

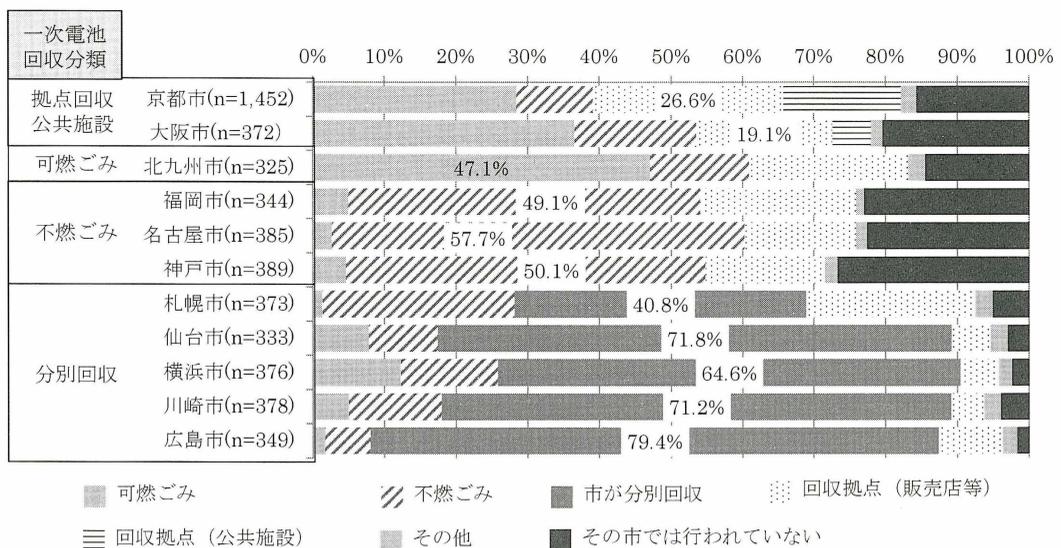


図6 「筒型一次電池をどのように捨てるか」に関する回答結果

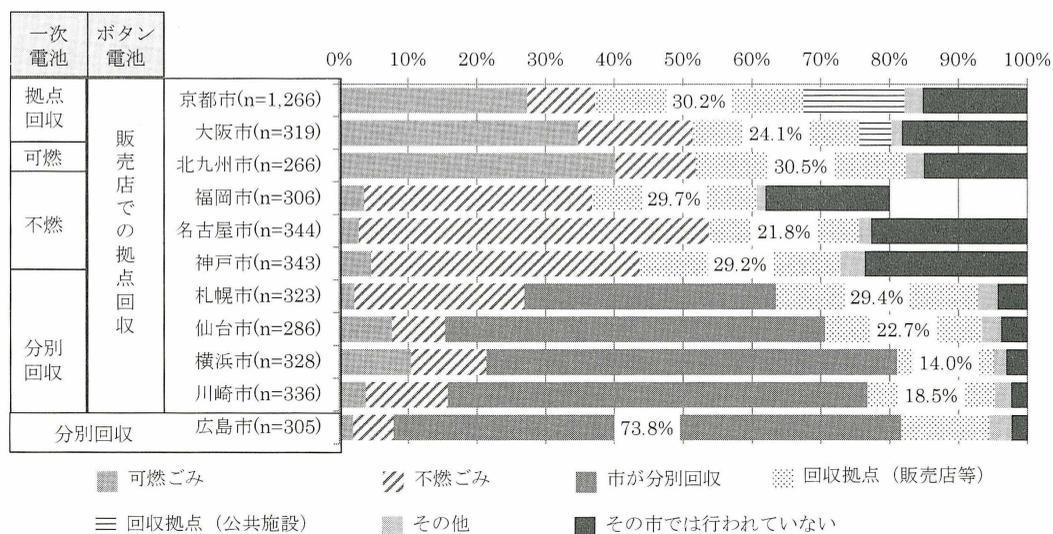


図7 「ボタン電池をどのように捨てるか」に関する回答結果

種類により捨て方が異なる場合があるということや、メーカーによる自主回収が行われているということを十分に認識していないと考えられる。

3.3.3 簡型二次電池に対する消費者行動

簡型二次電池に関するアンケート結果を図8に示した。指定通りの捨て方を選んだ人の割合をみると、拠点回収（販売店等）を指定する10都市の平均は19.7%と広島市（71.3%）に比べて低く、ボタン電池同様捨て方が認識されていないことがわかる。また、やはり簡型一次電池の結果と同様の回答傾向がみられることから、消費者

は電池の種類により捨て方が異なる場合があるということや、メーカー（JBRC）による回収が行われているということを十分に認識していないと考えられる。なお、環境省によるインターネットアンケート調査⁵⁾によると、「JBRCによる回収」を知っていた人は全体の14%（そのうち実際に店舗で利用したことある人は5%）、「JBRCの存在も知らないし、そもそも店頭で小形二次電池の回収が行われていることを知らない」と回答した人が55%と半数を超える結果となった。JBRCの存在を知らなくても、店頭での回収を知っていた人は全体の31%

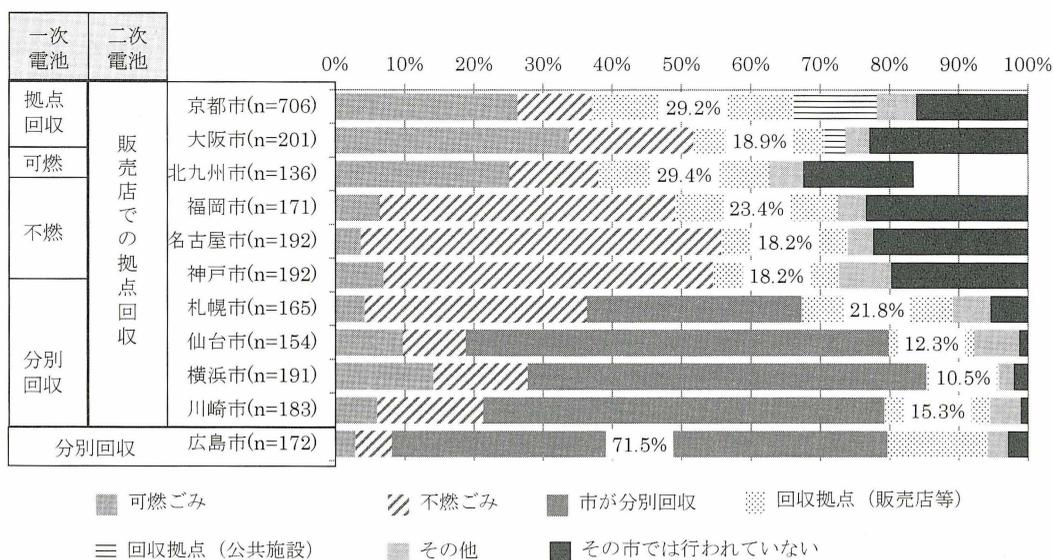


図8 「簡型の二次電池をどのように捨てるか」に関する回答結果

であり、そのうち利用したことがある人は13%であり、これらは、本調査ともほぼ整合する結果といえる。

3.3.4 アンケート結果から見る消費者の電池廃棄動向

本アンケート調査から、異なる収集分類をもつ都市間では消費者の電池の廃棄動向に違いがみられることがわかった。特に、筒型一次電池の拠点回収を行う自治体では、可燃ごみに電池が混入される割合が高くなる可能性があることが示された。これは、拠点回収制度が十分に認知されていないことや、拠点施設まで電池を持っていかなければならない負担感に影響されていると考えられ、回収分類と分別回収行動の関係については、今後詳細なアンケート調査が必要である。

また、ボタン電池と小形二次電池の廃棄動向を見ると、電池種による違いが十分に認識されず、自治体の筒型一次電池の収集分類に影響を受けていることが示唆された。今回アンケート対象とした11都市ではボタン電池や小形二次電池の収集分類をホームページ上で情報公開していたが、前述の通り約半数近くの自治体では収集分類が確認できない状況にある。あくまでウェブサイト上のみであるが、消費者が情報を確認できない場合、自治体側が意図しない形でボタン電池や二次電池が筒型一次電池と同様に回収・処分されている恐れがある。特に不燃ごみや可燃ごみとして一次電池を回収している場合、メーカーによる自主的な分別回収・リサイクルルートがあるボタン電池や二次電池も筒型一次電池同様に焼却・埋立される可能性がある。

3.4 使用済み小型家電製品における電池取り外し実態調査

3.4.1 小形一次電池使用製品からの電池取り外し

主に小形一次電池を使用する製品についての調査結果を図9に示した。なお、ポータブル液晶テレビに関しては、調査したうちの13台が一次電池を使用するものであり、残りの6台はコンセントを使用するものであったので除外した。二次電池を使用するポータブル液晶テレビ

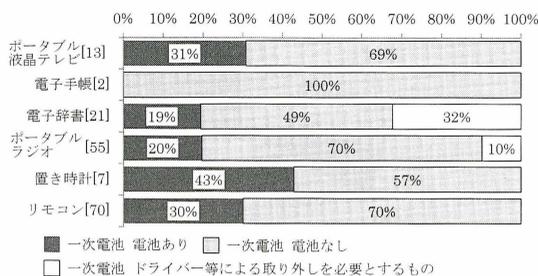


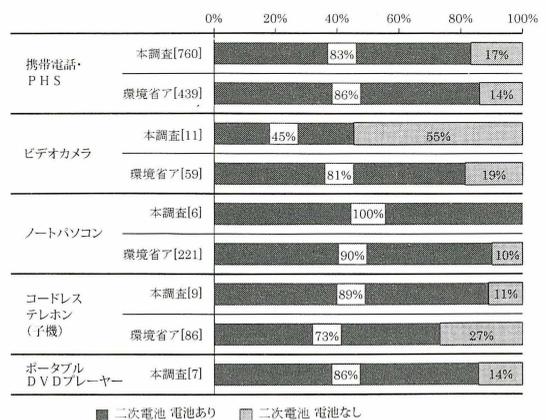
図9 主に小形一次電池を使用する製品の電池取り外し実態

びは今回の調査では廃棄されていなかった。また電子手帳に関しては、取り外しできない電池を使用するもの6台に関しては除外している。

製品中に電池が入っている割合が高いのは置き時計(43%)であり、1台については電池の容量も残っており正常に動作していた。次に、ポータブル液晶テレビおよびリモコンについて、電池が残ったままになっているものが3割程度確認された。ポータブル液晶テレビに関しては、環境省アンケート調査⁵⁾による小形二次電池での結果(86%)に比べてかなり低いことがわかる。

3.4.2 小形二次電池使用製品からの電池取り外し

主に小形二次電池を使用する製品についての調査結果を、環境省が行った消費者アンケートの結果⁵⁾とあわせて図10に示した。まず携帯電話・PHSについて、本調査および環境省アンケート調査において小形二次電池が中に入ったまま捨てられる場合が8割以上と高い傾向にあることがわかった。ただし本調査では、運搬時に電池が外れてしまった場合や、一部の回収において携帯電話に穴を開けて使用不可にするために電池を外す作業が行われている場合が考えられる。そのため、本調査における結果は、実際の取り外し率よりも高い値になっていると予想される。ビデオカメラについては本調査では製品の中に入ったままの電池は45%、一方環境省アンケートでは81%と大きなずれが見られた。ノートパソコンは回収対象15品目に入っていないためサンプル数が6台と少なかったが、いずれも電池は取り外されていなかった。コードレステレホン(子機)からの電池取り外しについては本調査で9割、環境省アンケートで7割という結果となった。



環境省ア：環境省アンケート調査の結果⁵⁾、[]内はそれぞれ、環境省ア：対象人数、本調査：製品数

図10 主に小形二次電池を使用する製品の電池取り外し実態

また、小形一次電池の取り外し結果と比較すると、小形二次電池の方が製品の中に入ったままの（取り外されていない）電池の割合が大きい。小形一次電池は規格が統一されているが、小形二次電池では製品用に設計されたものが多く、製品が使用済みとなった後に他の製品で使用することができない。そのため、電池も含めて「製品の一部」とであるとみなして、使用済みとなった際は一緒に手放す傾向にあると推察された。

3.4.3 小形一次・二次電池使用製品からの電池取り外し

小形一次電池および小形二次電池の両方を使用する製品についての結果を示す。まず、デジタルカメラについて一次電池および二次電池の電池取り外し実態を図11に示し、さらに小形二次電池のみの結果を図12に示した。デジタルカメラのうち、小形一次電池を使用する製品は41台（43%）、小形二次電池を使用する製品は53台（57%）であった。電池種類別の取り外し実態では、やはり小形一次電池に比べて小形二次電池のほうが取り外されない傾向にあった。また、小形二次電池のみの結

果について本調査と環境省アンケート調査⁵⁾を比較すると、どちらも約8割の製品で電池が取り外されないまま廃棄されていることがわかった。

図13に音楽プレーヤーの電池取り外し実態を示した。調査時点での区別が不十分であったため、音楽プレーヤーでは小形一次電池と小形二次電池を使用するものを明確に区分できていない。そのため電池あり、電池なし、デジタル音楽プレーヤー（取り外し不可）、ドライバー等器具を必要とするものの4種類に分類した。なお、環境省アンケート⁵⁾では小形二次電池を使用する音楽プレーヤーをヘッドホンステレオとして区分し、67%の人が取り外されないまま捨てたと回答していた。

次に小型ゲーム機に関する調査結果を図14に示した。小形一次電池を使用する製品は22台（67%）、小形二次電池を使用する製品は2台（6%）、残りの9台はドライバー等を使いカバーを外さなければ確認できない製品だった。小形一次電池を使う製品だけでみると、14%

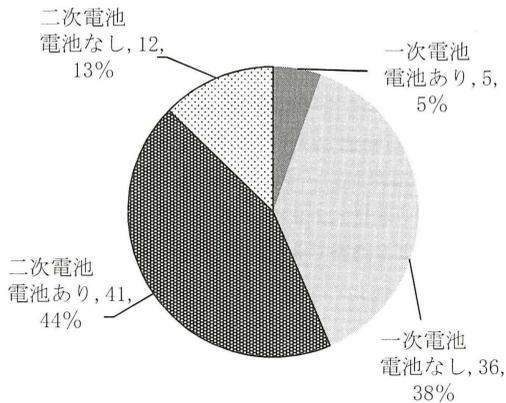


図11 デジタルカメラの電池取り外し実態（製品数、%）

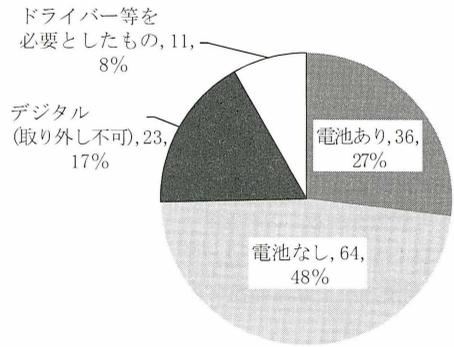
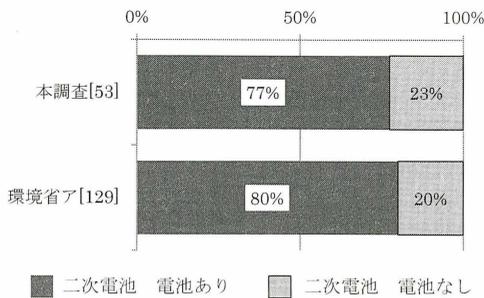


図13 音楽プレーヤーの電池取り外し実態（製品数、%）



環境省ア：環境省アンケート調査の結果⁵⁾

図12 デジタルカメラの小形二次電池取り外し実態

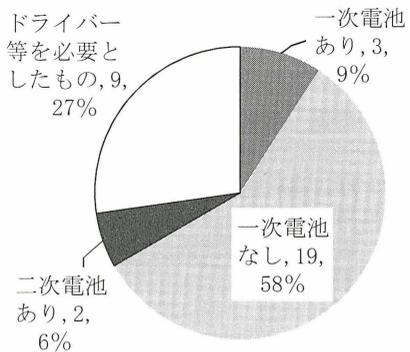


図14 小型ゲーム機の電池取り外し実態（製品数、%）

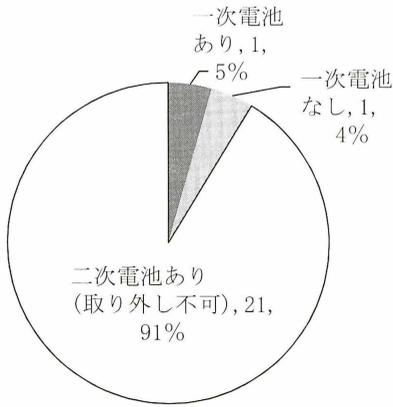
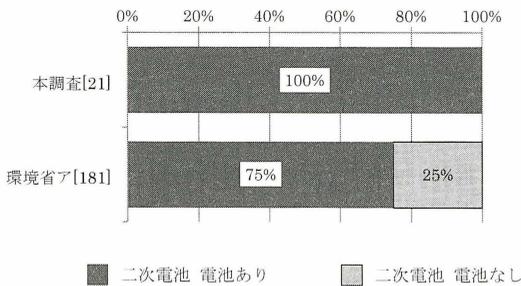


図 15 シェーバーの電池取り外し実態 (製品数、%)



環境省ア：環境省アンケート調査の結果⁵⁾

図 16 シェーバーの小形二次電池の取り外し実態

は電池が入ったまま、残りの 86% は電池がないものだった。

最後にシェーバーの電池取り外し実態を図 15 に示し、さらに小形二次電池のみの結果を図 16 に示した。本調査では小形一次電池を使用するものが 2 台、小形二次電池を使用するものはすべて電池を取り外すことができないものだった。これに対し、環境省アンケート調査⁵⁾では 75% の人が電池を取り外していないと回答しており、本研究で行ったシェーバーに関する調査ではややサンプルが偏っていた可能性が考えられた。

3.4.4 使用済み製品からの電池取り外し

これらの結果より、まず、小形二次電池について本研究で行った調査と環境省のアンケート調査結果⁵⁾を比較すると、ビデオカメラとシェーバーを除きほぼ同じ傾向を示した。

次に、本調査では小形一次電池の取り外し実態についても調査を行っており、その結果と小形二次電池の結果を比較すると、小形二次電池の方が製品から取り外され

にくいことが示された。これは小形二次電池では製品用に設計されたものが多く、製品が使用済みとなった後に他の製品で使用することができないためであり、「製品の一部」とみなされ廃棄されている現状にあると考えられた。

本調査ではサンプル数が少なく偏りが多くなったと考えられる製品もいくつかみられ、また回収・リサイクル目的で集められた家電製品であるという性質をもつため、データの一般性という点では、環境省アンケート調査⁵⁾を重視すべきである。しかしながら、本調査のように実際に消費者が手放した製品からの取り外し実態調査はほとんど事例がない。今後の課題として、捨てられた電池の種類別データの取得も含め、より一般的に考えられる不燃ごみとして捨てられた家電製品を対象とした詳細な調査を行うことで、より正確な排出実態の把握が可能と考えられる。

3.5 廃電池の排出動態に関する考察

一連の調査結果を見て、日本の廃電池の回収方法と排出動態の現状を考察する。

まず、使用済み小形電池の回収方法 (システム) については、電池の種類や自治体により異なり、消費者の立場からはわかりやすいシステムとはいえないと思われた。具体的には、筒型一次電池については、法的な回収義務等はなく、可燃ごみや不燃ごみとして収集している自治体も見られるが、拠点回収や分別回収を行っている自治体が多い。他方、小形二次電池およびボタン電池については、前者には資源有効利用促進法による自主回収および再資源化が求められていることもあり、メーカー等による回収システムが構築されているが、自治体のウェブサイト等を通じた回収に関する情報発信は十分とはいえない実態であることがわかった。

次に、排出実態について得られた知見として、次の 3 点が重要な課題と考えられる。概して回収率が低いが、特に二次電池やボタン電池については、資源性や有害性から回収が求められるにも関わらず、小型家電製品から取り外されないことも一因となって、回収率は低く、焼却処理されている可能性もあるということになる。

- 1) 日本の小形電池のリサイクルルートへの回収率 (重量ベース) については、筒型一次電池が 30%、小形二次電池が 9%、ボタン電池が 0.1%、全体で 26% と推定され、欧州諸国と比較しても、向上の余地があると考えられた。
- 2) 自治体の収集方法や消費者アンケート結果等からも、小形電池の可燃ごみへの混入が一定量あることが明らかである。

3) 使用済みとなった小型家電製品から取り外されずに廃棄されるケースも多く、特に二次電池を使用する各種製品については、8割前後の廃製品に電池が残存している。

このような実態の背景としては、消費者アンケート調査結果によると、情報・認識不足および負担感等が示唆された。特に、二次電池やボタン電池の回収に関する情報周知や認識・理解が不十分なため、筒型一次電池と区別できないケースが多いと思われた。また、一次電池についても、公共施設での拠点回収を行っている自治体では、可燃ごみに捨てるとする人が多い傾向が見られ、認識が薄かったり、負担感が大きかったりすることが原因と考えられた。

これらの現状分析結果を受けると、日本における小形電池の回収・リサイクルシステム構築（回収率向上）に向けては、いくつか検討を要する点があると考えられる。まず、電池種別に回収システムが異なる現状であるが、消費者にとっては認知や理解を困難にし、負担感を増やしている可能性がある。EU電池指令では、回収率が上がらなかった過去の教訓から全電池を対象に回収を行っていること、日本でも全小形電池を対象に分別回収を行っている自治体（広島市）では、筒型一次電池および、二次電池、ボタン電池のいずれも、7割以上の人が自治体の指示どおりの分別回収を行っていることと答えたこと、消費者の意識面では、二次電池等の排出も一次電池と同じと思っている人が多いことと示唆されること等が、検討を促す材料といえる。

次に、小型家電製品との関係が重要である点をあげたい。小型家電製品については、資源性を中心に回収リサイクルの議論が本格化しているが、小型家電製品に使われている電池を効果的に使用・回収・リサイクルできるような仕組みを同時に検討することが重要と考えられる。

最後に、当然のことながら、情報発信や教育の強化と継続があげられる。欧州では、EU電池指令下でないスイスにおいて、7割と非常に高い回収率を達成しており、そこにおける実態や欧州各国間の比較等も参考になると考えられる。

4. おわりに

今回の調査により、次のことが明らかになった。

- 1) 日本における小形電池の回収率は26%と推定されたが、特に二次電池等は低く、欧州の数カ国と比較しても、向上の余地があると考えられた。
- 2) 806自治体における収集分類等の調査から、筒型

一次電池だけでなく、小形二次電池やボタン電池に関しても自治体間での指導が統一されていないことがわかった。筒型一次電池については、可燃ごみ等への排出指示を出す自治体も見られた。また、ボタン電池や小形二次電池に関しては、約半分の自治体で捨て方に関する記載がウェブサイトからは確認できなかった。また、小型家電製品からの電池の取り外しに関しては、8割以上の自治体で製品からの電池取り外しに関する記載がウェブサイトからは確認できなかった。

- 3) 消費者アンケート調査から、筒型一次電池の拠点回収を行う都市では、可燃ごみへの混入率が高くなっている可能性が示された。また、ボタン電池や小形二次電池については筒型一次電池同様の捨て方をされる傾向があることがわかった。
- 4) 小型家電製品からの小型電池取り外し実態に関する調査から、特に二次電池を利用する小型家電製品について、ほとんど電池が取り外されずに捨てられていることが明らかとなり、小型家電製品の回収・リサイクルともあわせて検討すべきであることがわかった。

今回の結果を受けて、小形電池の回収リサイクルに関するいくつかの課題が明らかになったが、その背景としては、消費者の情報や認識・理解不足、負担感があると示唆された。また、そのような実態に対して、電池種の区別のあり方や、小型家電回収システムとの連動、情報発信や教育の強化および継続について検討することが重要と考えられた。

その検討を進める上では、さらなる基礎的知見の収集も求められる。具体的には、小型家電製品に伴って使用される小形電池や、排出後の処理も含めた小形電池や含有物質のフローを明らかにし、有害性や資源性に関する定量的な検討を行うこと、情報発信や回収システムを含め、回収率を上げるための制度やシステムを比較・検討すること等である。小形電池の適切な回収・リサイクルシステムの構築に向けて、研究を展開していきたい。

参考文献

- 1) 経済産業省：平成20年度 機械統計
http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/03_kikai.html (閲覧日2011年11月22日)
- 2) 財務省：平成20年度 貿易統計
<http://www.customs.go.jp/toukei/latest/index.htm> (閲覧日2011年11月22日)
- 3) JBRC：年次報告書ダウンロードページ

- http://www.jbrc.net/hp/contents/jbrc/frm_nendo.html (閲覧日 2010 年 12 月 11 日)
- 4) 社電池工業会：平成 21 年度事業報告
http://www.baj.or.jp/breport/h21/breport.html (閲覧日 2011 年 11 月 22 日)
- 5) 環境省：平成 19 年度リサイクル制度の体系化・高度化推進検討調査報告書
- 6) 鉱石油天然ガス・鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー (2010)
http://www.jogmec.go.jp/mric_web/jouhou/material_flow_frame.html (閲覧日 2011 年 11 月 22 日)
- 7) INOBAT：
http://www.inobat.ch/index.php?id=24 (accessed on 10th Dec., 2010)
- 8) GRS：
http://www.grs-batterien.de/start.html (accessed on 2nd Dec., 2010)
- 9) STIBAT：
http://www.stibat.nl/pages/home-producenten-en-importeurs.aspx (accessed on 2nd Dec., 2010)
- 10) DPA system：
https://www.dpa-system.dk/en/DPA.aspx (accessed on 9th Dec., 2010)
- 11) Srelec：
http://www.srelec.fr/ (accessed on 8th Dec., 2010)
- 12) Corepile：
http://www.corepile.fr/index.html (accessed on 8th Dec., 2010)
- 13) ERP：
http://www.erp-recycling.co.uk/index.php?content=90 (accessed on 9th Dec., 2010)
- 14) 社全国都市清掃会議：
http://www.jwma-tokyo.or.jp/ (閲覧日 2010 年 12 月 8 日)

Current Status of Disposal and Recycling of Small Used Batteries in Japan

Misuzu Asari*, Jun Marukawa** and Shin-ichi Sakai*

* Kyoto University Environment Preservation Research Center

** SUURI-KEIKAKU Co., Ltd.

* Correspondence should be addressed to Misuzu Asari：
Kyoto University Environment Preservation Research Center
(Yoshida-honmachi, Sakyou-ku, Kyoto 606-8501 Japan)

Abstract

The objective of this study was to acquire the fundamental knowledge needed to establish environmentally friendly systems for the collection and recycling of small batteries in Japan. We determined the recovery rate of small batteries, investigated the collection classifications made by local governments for used small batteries, conducted a consumer questionnaire and also a survey on small batteries removed from small home electric appliances.

The collection rate for small batteries in Japan was found to be approximately 26%, with the rate for rechargeable batteries being especially low. Room for improvement was noted after we did a comparison with collection rates in European countries. Also, the collection classification systems being used by local governments is not unified between offices: types of batteries and required information on local government websites is considered to be insufficient. An investigation into what happens to small batteries that are removed from small home electric appliances revealed that most of the appliances using rechargeable batteries are disposed of by consumers with the batteries still inside. Results of the questionnaires reveal that there is a shortage of consumer information and awareness, as well as an overall feeling of burden among consumers. We determine that further discussions will be required to solve the problem of disposal and recycling of small, used batteries.

Keywords: small battery, collection, recycling, consumer, small electric appliances