

国立公衆衛生院 学生会員 田村 成人

" 正会員 田中 勝

1. はじめに 最近使用済み乾電池に含まれる水銀による環境汚染の問題が社会的に大きな関心を集め、様々な立場の人々によってこの問題に対する対策の必要性が論じられている。また、一般ごみと共に排出される乾電池の処理は実務上は自治体の清掃事業担当者にゆだねられ、各事業体はこの対応に苦慮しているのが現状である。多くの自治体ではこの問題への対策として、市民の協力による乾電池の分別回収および保管を行っているが、この方法の効果については、ほとんど調査研究がなされていない。しかも、分別回収の目的である水銀除去の観点からの評価方法は確立されてはいないと言える。

本研究では乾電池の分別回収による一般ごみ中に混入する乾電池及び含有水銀の減量効果の評価手法について検討を行った。本研究では、粗大ごみを除くすべてのごみ（一般ごみ）を混合収集し、全量を焼却処分している某自治体のデータで検討した。そのデータは自治体が乾電池の分別回収、保管を開始して約10年を経過した時のものである。乾電池分別回収効果の検討に必要とされる基本的データは回収乾電池量、一般ごみ混入乾電池量、及びそれぞれの中に含まれる水銀量等である。

2. 重量または個数に基づく乾電池回収効果の検討 乾電池の分別効果を調べるうえで最も簡易な方法としては乾電池の重量または個数で表される量に基づく評価方法が考えられる。この場合、一定期間内の乾電池回収効率（分別回収率）は、 $(\text{回収乾電池量}) / \{ (\text{一般ごみ混入乾電池量}) + (\text{回収乾電池量}) \}$ によって求めることができる。このような計算を行う上で最も難しいのは一般ごみ混入乾電池量の把握である。この方法としては次の3つの方法が考えられる。①分別回収対象区域全域から地区別にサンプルを選び、手選別により乾電池を抜き取り1t当りの量を求め、それに乾電池回収調査期間内の収集一般ごみ量を掛けて算出する方法。②分別回収対象区域全域の回収調査期間内の全販売乾電池量を生産統計に基づいて、あるいは小売業者又は卸売業者の協力を得て調査し求める方法。③分別回収対象区域の市民に直接協力を求め、回収調査期間内の1人当たり乾電池の廃棄量の調査を行い、分別回収対象人口を掛けて算出する方法。

これらどの方法も、精度やデータ入手の点で問題がある。①の方法は代表的サンプルの選び方や必要サンプル数と抜き取り対象サンプル量の決め方で、②の方法は、販売乾電池量に対する分別回収率を計算していることになり、①、③の方法で求める廃棄収集対象乾電池量に対する回収率とは異なる点で、③の方法は、一般住民の平均的なサンプルを期間とか対象範囲の面等からどのように求めるかという点で、問題点が残る。しかし、分別回収の効果を評価する目的では、分別回収が実施されない場合に廃棄収集されるであろう乾電池の把握という意味と、サンプルの直接的解析という点から、①の方法が優れており現実的と思われる。今回某自治体で行った調査では、①の方法によって冬期1ヵ月間の乾電池分別回収率の算出を行った。結果は重量基準では12.4%、個数基準では9.1%であった。

3. 含有水銀量に基づく乾電池回収効果の検討 上記の量に基づく効果の算出値はそれなりに意味を持つが、乾電池分別回収の目的である処理処分対象ごみからの水銀の除去による環境汚染負荷の削減という観点からすれば、乾電池量は、含有水銀量に一次比例しないため評価方法として適切であるとは言い難い。分別回収の目的からは、乾電池含有水銀に基づく回収効率を求めることが必要である。一般ごみ中の乾電池含有水銀の回収効率を求めるためには、回収乾電池中の水銀量と一般ごみ混入乾電池中の水銀量を求める必要がある。水銀量を求める方法としては、次の2つの方法によって平均的な乾電池含有水銀濃度を算出し、上記の式から求めた乾電池量に掛ければよい。

①一部のサンプル（回収保管及び一般ごみ中の乾電池）中の乾電池の品種、サイズの構成の調査結果から乾電池重量当たりの水銀量を求める。

②乾電池の国内流通数量と全乾電池に対する水銀使用量から乾電池1個当りの平均水銀含有量を算出する。

表1. 廃乾電池の平均重量

	平均重量(g)		平均重量(g)	
	マンガン乾電池		アルカリマンガン乾電池	
単1	98.9	(2229)	単1	135.5 (58)
単2	49.3	(2496)	単2	66.5 (50)
単3	18.8	(3594)	単3	23.4 (883)
単4	8.9	(90)	単4	12.0 (47)
単5	7.5	(53)		
積層形	37.5	(141)	積層形	43.4 (2)

表2. 保管乾電池の重量・個数

	個数	重量
(筒形乾電池)		
単1	992	99.3
単2	641	32.0
単3	1259	24.3
単4	69	0.7
単5	17	0.1
積層	61	2.3
筒形合計	3012	158.4

①の方法によって乾電池含有水銀量を求めるには、乾電池の品種(マンガン乾電池, アルカリマンガン乾電池, 水銀電池等)とサイズ(単1, 単2, ・・積層形等)の構成比を求め、それぞれの公表含有水銀量から総水銀量を求めて算出する。この場合、乾電池に使用される水銀の大半が含まれているアルカリマンガン乾電池と水銀電池の量を出るだけ正確に求めることが非常に重要である。

* ()内は平均重量算出に使用した廃乾電池数

表3. 計算における精度の確認

計算値		実測値	
マンガン乾電池 (個)	アルカリマンガン乾電池 (個)	マンガン乾電池 (個)	アルカリマンガン乾電池 (個)
単1	959	33	967
単2	618	23	626
単3	1122	137	1087
単4	49	20	42
積層	59	2	61
			0

某自治体で行った①の方法による検討の結果、冬期1カ月間の乾電池含有水銀に基づく分別回収率は14.2%であった。これらの方法は、多大な労力と精度の点で問題がある。この問題を緩和し、しかも比較的容易に含有水銀濃度を算出す方法を提案する。それは①の方法を簡略化したもので、乾電池のサイズ毎の重量と個数を調査して、含有水銀濃度を求める方法である。

この方法は表1に示したようにマンガン乾電池とアルカリマンガン乾電池の重量差が大きいことを利用して、乾電池のサイズ別の個数と重量を測定し、それを基に簡単な連立方程式によって各サイズ毎のマンガン乾電池とアルカリマンガン乾電池の数量を算出する方法である。表2は、回収ドラム缶の乾電池のサイズ毎の個数と重量を示す。

表1と2から上述の方法で計算した結果と実測値を表3に示す。これに基づいて含有水銀濃度を計算してみると、計算値では580mg/kg, 実測値では528mg/kgと推定された。この例から比較的近似した値が算出されていることが分り、この方法が実際に乾電池の品種分けに利用でき、これに基づいて含有水銀濃度を推定しうることが示唆された。

4. おわりに 以上の検討で、乾電池を分別しない場合の一般ごみ中に排出されるであろう乾電池に対する分別回収効果について考察した。重量, 個数, 含有水銀量に基づいた回収率は12.4%, 9.1%, 14.2 %と大きく異なった。この数字から比較的大きいサイズの乾電池が、しかも1個当たりの水銀含有量の高い乾電池の割合が、排出構成比に比べてより多く分別回収されていることが分かる。

このように、何をベースにして分別回収効果を評価するかで回収効率は異なってくる。しかし分別の目的から言えば、含有水銀量に基づいた評価をすべきであると考ええる。また、廃棄物処理施設からの環境汚染負荷削減ということでは、乾電池も含めた一般ごみ全体の中に含まれる全水銀量に対する水銀回収効果を評価することの重要性も指摘しておきたい。そうした場合の水銀回収率は、乾電池のみに着目して算出した回収率の値より低くなる。