

## 低水銀社会実現に向けた 国内における蛍光管回収・水銀貯蔵制度の提案

尾曲直樹 佐藤大輔 高橋雅信 寺岡真実 本村康智  
(大森正之 環境経済学ゼミナール 3年共同)

### 【目次】

#### 序章

#### 第1章 低水銀社会の必要性和脱水銀技術の進歩

##### 1-1 低水銀社会の必要性の高まり

##### 1-2 日本の脱水銀技術の進歩

#### 第2章 蛍光管の水銀排出問題を解決するための 必要な措置

##### 2-1 蛍光管からの水銀排出の現状

##### 2-2 蛍光管回収・処理の問題点

##### 2-3 蛍光管の水銀排出問題解決に向けた諸課題

##### 2-4 課題達成のための条件

##### 2-5 課題を達成するために必要な措置

#### 第3章 先行事例の検証による措置の具体化

##### 3-1 法整備による運営団体の設立と同団体による一元管理の検討

##### 3-2 確実な蛍光管回収方法の検討

##### 3-2-1 補助金による回収の検討

##### 3-2-2 デポジット制度による回収の検討

##### 3-3 後払いによる処理費用の徴収方法の検討

#### 第4章 蛍光管の回収・水銀貯蔵制度の提案

##### 4-1 制度の概要

##### 4-2 デポジット制度の概要とデポジット料金の 設定

##### 4-2-1 デポジット制度の仕組み

##### 4-2-2 デポジット料金の設定

##### 4-3 処理費用の徴収と処理委託の仕組み、 及び処理費用の設定

##### 4-3-1 処理費用の徴収と処理委託の仕組み

##### 4-3-2 処理費用の設定

##### 4-4 デポジット料金のプールを活用した低利融 資制度の運用

#### 第5章 水銀の永久貯蔵と費用捻出のための 基金の創設

##### 5-1 水銀貯蔵の必要性和費用負担

##### 5-2 基金設立による水銀永久貯蔵の提案

##### 5-3 課徴金の試算

##### 5-4 蛍光管回収・水銀貯蔵制度による LED普及の促進

#### 終章

#### 【注釈】

#### 【参考文献】

#### 【参考資料】

#### 【参考ホームページ】

#### 【調査協力企業・自治体・団体】

#### 序章

水銀は水俣病の原因物質として知られるように人体にとって非常に有害である<sup>1</sup>。自然環境の中に排出され、水中に蓄積した水銀の一部は微生物の働きにより、毒性の強い有機水銀に変化する。その有機水銀は食物連鎖の過程で生物濃縮を起し、魚介類に高濃度で蓄えられる。それを人が食することで水銀中毒が発生する。この危険な水銀は2010年現在も世界中で大きな問題となっている。以下はその例である。

- ① 化石燃料の燃焼による水銀の大気への排出
- ② 主に金鉱石の製錬による水銀の大気への排出
- ③ 化学触媒として使用される水銀の水系への排出
- ④ かつて農業に用いられていた水銀の土壌残留

以上のような水銀汚染問題<sup>2</sup>が存在している中で、それを助長し、問題をより深刻なものにしているのが、日本などの先進国による途上国への水銀輸出である。国内で鉱業などから回収されて余った水銀を輸出し、途上国に水銀汚染を拡大させている。しかし、水銀問題が深刻になるにつれて、これらの問題を解決しようとする国際的な動きもみられるようになった。UNEP(国連環境計画)は2013年に国際的な水銀輸出入規制を制定する準備

を進めている。国内においても 2010 年 5 月に鳩山元首相から、この条約名を水俣条約にしたいとの発言があった。さらに同年 9 月に環境省が、水銀規制を踏まえた政策の検討を行うと発表した。このことから日本も水銀問題に取り組んでいることが見て取れる。

このように国際的に進められている水銀規制の流れの中で、国家間の規制が強化され、マクロレベル（特に先述した途上国への水銀輸出）での水銀問題は改善することが期待される。

その一方で日本国内では水銀含有製品の不適切な処理による自然環境への水銀排出という問題が残っている。特に、生活に浸透している蛍光管の処理制度が整備されておらず、毎年大量の水銀を排出し続けている。この蛍光管による水銀排出の問題を解決するために、拡大生産者責任<sup>3</sup>と汚染者負担原則<sup>4</sup>に則して生産者と消費者に対する、ミクロレベルでの施策を行う必要がある。本稿では以下の 4 点の施策を提案する。

施策① 拡大生産者責任に則り、蛍光管の回収・水銀回収処理を生産者に義務づける法律を整備する。それにより義務を共同で履行する運営団体の設立を促す。

施策② 経済的インセンティブにより蛍光管の回収を促進するため、150 円（4-2-2 で後述）のデポジット料金を想定したデポジット・リファンド制度（以下デポジット制度とする）を導入する。

施策③ 汚染者負担原則に則して、蛍光管購入時に消費者から処理費用を徴収し、蛍光管の水銀回収処理を行う。なお、処理費用は 30 円（4-3-2 で後述）とする。

施策④ 汚染者である現世代から徴収した 0.5 円（5-3 で後述）と算出した課徴金をもとに、基金を創設し、水銀を市場から取り除くための永久貯蔵を行う。

上記 4 点の施策により、本稿は、国内において低水銀社会が実現される可能性を提示する。

## 第1章 低水銀社会の必要性和脱水銀技術の進歩

水銀問題の深刻化により必要性が高まってきた低水銀社会の実現と、それに欠かすことのできない脱水銀技術について考察する。

### 1-1 低水銀社会の必要性の高まり

2010 年現在、国内で問題となっているのは、蛍光管の不適切な処理<sup>5</sup>による大気・水系・土壌への水銀排出である。この問題を象徴する事件が、2010 年 6 月に都内 4 か所の清掃工場にて起きた。蛍光管を含む大量の水銀含有製品を焼却したために、排煙の水銀濃度が基準値を超え、焼却炉が停止した。このように水銀の排出が続けば、水銀は自然環境中に蓄積し、重大な水銀中毒を引き起こす危険性がある。

この現状を改善し、将来世代に水銀中毒の危険性を残さないために、低水銀社会を実現すべきである。

### 1-2 日本の脱水銀技術の進歩

日本の脱水銀技術は 2010 年現在まで大きく進歩してきた。その例を以下の表 1 に示す。

表 1 脱水銀技術の歴史

1956 年	水俣病公式確認
1968 年	チッソ水俣工場のアセトアルデヒド製造停止
1978 年	旭硝子(株)がイオン交換膜による苛性ソーダ製造方法を開発
1990 年代	LED が照明機器として実用化される
2010 年現在	蛍光管処理企業が様々な水銀回収技術を開発するに至っている 水銀を貯蔵できる頑丈なフラスコも所有している

参考：『旭硝子 100 年の歩み』、Panasonic HP、蛍光管処理企業への調査結果を基に作成

1968 年に水俣病の原因物質として水銀が公式確

認められ、脱水銀技術の開発は本格化した。1970年代には旭硝子(株)において苛性ソーダ製造工程から水銀が排除された。1990年代には水銀を用いない照明であるLEDの開発が進められ、蛍光管に代わりうる性能を持つまでになった。

2010年現在、日本の企業は世界最先端の技術を有し、廃棄物や汚染土壌からの水銀回収処理が可能である。それらの企業は水銀を密閉保管できる容器を所有しており、後述する水銀貯蔵に関して重要な役割を担う。

## 第2章 蛍光管の水銀排出問題を解決するために必要な措置

本章では、蛍光管の不適切な処理により、どれ程の水銀が排出されているかを把握する。そして、その排出を防ぐための課題と、その課題を達成するための措置を考察する。

### 2-1 蛍光管からの水銀排出の現状

蛍光管の不適切な処理により排出される水銀量を以下で大まかに試算する。

#### 試算1 1年間に蛍光管から排出される水銀量

1年間に蛍光管に使われる総水銀量は <u>3.8t</u>
蛍光管のリサイクル率は約20%、つまり蛍光管に含まれる水銀の約80%は排出されている。
1年間に蛍光管に使われる総水銀量×排出率 約3.8t/年 × 約80% ≒ <u>1年間に蛍光管により排出される水銀量</u> 約3.0t/年

参考：日本電球工業会 HP(2009年度数値)

蛍光管処理企業への調査結果より算出

試算の結果、リサイクル率が約20%であることから、年間約3.0tもの水銀が自然環境中に排出されていることが判明した。チッソ水俣工場から排

出された有機水銀総量が0.6~6tと推定されていることから、毎年約3tもの水銀が排出されつづければ、日本の水銀汚染は深刻なものとなることがわかる。

### 2-2 蛍光管回収・処理の問題点

2010年現在の蛍光管回収および処理の問題点は主に以下の2点である。

- ① 蛍光管の回収についての具体的で厳格な規定がない。
- ② 回収業者である自治体と民間の処理費用が不足している。

上記①に関しては、自治体や、民間の業者など蛍光管の回収主体が複数あり、一元管理されていないことが問題である。また基準値以下の水銀濃度であれば埋め立て処分も許されており、蛍光管は他の廃棄物とともに処分されている。

上記②の問題は、適切な水銀の回収処理には追加的な費用が必要だが、そのための資金が不足していることである。自治体などの回収主体は厳しい財政状況にあり、追加的費用の捻出は困難である。そのため約80%の蛍光管は不適切に処理されている。

### 2-3 蛍光管の水銀排出問題解決に向けた諸課題

蛍光管の不適切な処理による水銀排出問題を解決するための課題は以下の3点である。

- 課題① 蛍光管の確実な回収
- 課題② 回収された蛍光管からの水銀回収処理
- 課題③ 蛍光管代替製品であるLEDへの代替促進

まず、課題①の蛍光管の確実な回収を行い、約80%が他の廃棄物と一緒に処理されている問題を解決する。そして、課題②の適切な水銀回収処理を行い、蛍光管からの水銀排出を防がなければならない。

しかし、蛍光管から適切に水銀が回収されたとしても、蛍光管を使用し続ける限りは、水銀汚染が起こる可能性が残る。そこで、水銀を用いない

照明機器である LED を、課題③のように蛍光管代替製品として普及させるべきである<sup>6</sup>。

## 2-4 課題達成のための条件

2-3 で 3 点の課題を挙げたが、この達成のために、以下の 2 点の条件を提示する。

条件① 水銀の安全な永久貯蔵

条件② 水銀と水銀含有製品の輸出入規制

蛍光管から回収された水銀をそのまま市場へ還流させてしまえば、再び蛍光管に使用され、水銀汚染の危険性はなくなる。そのため、条件①で提示する水銀の安全な永久貯蔵を行い、水銀の再利用を防ぐべきである。これについては第 5 章で述べる。

また国内で回収された水銀の多く(蛍光管から回収された水銀も含む)は海外へ輸出されており、海外に水銀汚染の危険性を広めている。そのため条件②の水銀と水銀含有製品の輸出入規制を行い、水銀の国内への流入と国外への流出を防ぐべきである。

条件②の実現に向けた世界の動きを以下の表 2 に示す。

表 2 水銀規制に関する世界の動き

2005 年	EU：欧州水銀戦略を公表
2006 年	米：水銀ロードマップを発行
2009 年	UNEP：水銀輸出入禁止条約の作成に合意
2010 年	日：環境省が水銀の長期保存と処分の検討を開始すると公表
2011 年	EU：水銀輸出入禁止を実施予定
2013 年	米：水銀輸出入禁止を実施予定 UNEP：水銀輸出入条約を制定予定

表 2 で示したように、条件②については、EU が 2011 年、米国が 2013 年に水銀輸出禁止の実施を予定しており、UNEP が 2013 年に水銀輸出入規制を制定する準備を進めている。国際的に水銀輸出

入規制が行われることが予測され、条件②が達成される見込みは高い。

## 2-5 課題を達成するために必要な措置

条件①・②を踏まえ、2-3 で示した 3 点の課題を達成するために必要な措置は以下の 4 点である。

措置① 蛍光管の回収・処理を義務づける法の整備

措置② 蛍光管の回収・処理を一元管理する運営団体の設立

措置③ 運営団体による蛍光管の確実な回収

措置④ 消費者からの蛍光管の処理費用の徴収

措置①については、蛍光管の回収・処理の現状を改めるため、拡大生産者責任に則り法律を制定し、蛍光管生産者に蛍光管の回収・処理を義務づける。

措置②については、確実な蛍光管の回収・処理を実現するため、蛍光管の回収・処理を一元的に運営する団体を設立する<sup>7</sup>。

措置③については、蛍光管が一般廃棄物とともに廃棄されている現状を見直し、蛍光管のみを確実に回収することを実現する。

措置④については、蛍光管からの水銀回収処理は追加的な費用が生じるため、汚染者負担原則に則り、処理費用を消費者から徴収するべきである。その費用を以て蛍光管の処理を蛍光管処理企業に委託することを目的とする。消費者から確実に処理費用を徴収する仕組みについては 4-3 で詳しく検討する。

こうして、2-3 で提示した課題①蛍光管の確実な回収、課題②水銀の回収処理が達成される。また、4 つの措置により消費者に追加的な費用が生じ、蛍光管と LED の価格差が縮小する。よって課題③蛍光管代替製品である LED への代替促進が達成される<sup>8</sup>。

## 第 3 章 先行事例の検証による措置の具体化

本章では 2-5 で提示した蛍光管の回収・処理の

4 つの措置について、先行する廃棄物回収・リサイクルの事例をもとに、その詳細を検討していく。

### 3-1 法整備による運営団体の設立と同団体による一元管理の検討

#### (デュアルシステム・ドイツチュラント社の事例)

ドイツにおける包装廃棄物の回収・再利用を行うデュアルシステム・ドイツチュラント社（以下 DSD 社とする）の設立の経緯から、2-5 の措置①蛍光管の回収・処理を義務づける法の整備、措置②蛍光管の回収・処理を一元管理する運営団体の設立を検討する。

1991 年、ドイツで包装廃棄物政令<sup>9</sup>が発行された。拡大生産者責任に則り、生産者と流通業者に包装廃棄物の回収とリサイクルが義務づけられた。前年の 1990 年には同政令の発行に先駆けて、DSD 社が設立された。廃棄物回収・再利用を法律で義務づけられた企業に対し、回収・再利用の効率化のために共同出資で運営団体の設立を促した事例である。

本稿では、これを日本において蛍光管の分野で導入し、蛍光管の回収・水銀回収処理を生産者に義務づける法律を制定すべきだと考えた。それにより、義務を共同で履行する団体が生産者の共同出資により設立されることが期待される。

### 3-2 確実な蛍光管回収方法の検討

2-5 の措置③で提示した運営団体による蛍光管の確実な回収を実現するための具体的な方法を検討する。

#### 3-2-1 補助金による回収の検討

##### (大阪府豊中市の蛍光管回収実験の事例)

2005 年に大阪府豊中市において蛍光管の回収実験が行われた。この実験は蛍光管 1 本を返却する毎に回収奨励金（補助金）として 20 円を給付するものである。これにより実験期間中、蛍光管の回収率は 93.8% と非常に高い数値を達成することが

できた。では、この補助金による回収奨励制度を仮に全国で導入した場合の試算を、試算 2 に示す。

### 試算 2 回収奨励金総額の試算

年間蛍光管販売数×回収率×回収奨励金 約 6 億 9300 万本/年×93.8%×20 円/本 = <u>総回収奨励金額</u> 約 130 億 0068 万円/年
---------------------------------------------------------------------------------------------

参考：日本電球工業会 HP (2009 年度数値)、

沼田大輔 (2009) 「使用済み蛍光管の回収を促す社会的手法の評価」を基に算出

試算 2 のように、この制度を全国で行うと約 130 億円もの莫大な費用が必要となる。回収奨励金の額を下げた場合、消費者の返却のインセンティブが損なわれる。そのため、高い回収率が達成できず、この制度の実効性が損なわれる可能性がある。このことから、補助金の給付による蛍光管の回収という方法は不適切であるといえる。

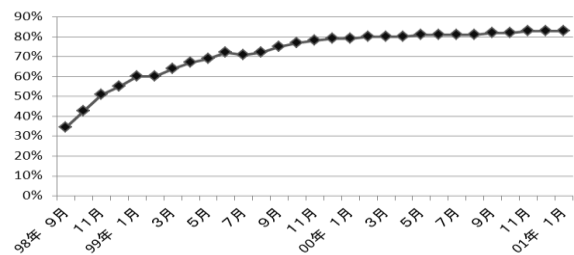
#### 3-2-2 デポジット制度による回収の検討

##### (東京都八丈町のデポジット制度の事例)

1998 年から 2001 年まで東京都八丈町で行われた、飲料缶・ペットボトルの回収促進を目的としたデポジット制度<sup>10</sup>の社会実験の事例を検証する。

10 円のデポジット料金を上乗せした結果、回収率は以下の表 3 のようになった。

表 3 デポジット制度による回収率の推移



出典：東京都清掃局 (2001)

『八丈島デポジット事業検証調査』より

この社会実験ではデポジット制度の導入により、約 85%という高い回収率を達成することに成功した。飲料缶・ペットボトルと蛍光管では消費サイクルや環境への影響の度合いが異なるが、デポジット制度は廃棄物の回収に大きなインセンティブを与えることがわかる。

なお、この社会実験は、島という外部からの商品の流出入が限られた環境であるため成功した。2-4 で示したように、国際的に水銀の輸出入規制が行われる見通しであるため、外部からの水銀および水銀含有製品の流出入が限られ、国内での蛍光管のデポジット制度は有効に機能すると考えた。

以上の2つの事例から、措置③運営団体による蛍光管の確実な回収方法として、消費者にも汚染者として蛍光管回収に協力させる、デポジット制度が有効だと言える。

### 3-3 後払いによる処理費用の徴収方法の検討 (家電リサイクル法の失敗事例)

2-5 の措置④消費者からの蛍光管の処理費用の徴収について、家電リサイクル法の事例を検討する。

家電リサイクル法はエアコン・テレビなど特定4品目の家電製品に対して、廃棄時にリサイクル券の購入を義務づけ、その代金を以て対象製品のリサイクルを行うものである。しかしリサイクル券を廃棄時に購入する後払い方式であり、その費用負担が回収の際にマイナスのインセンティブとして作用する。そのため、不法投棄を誘発し、回収率は約 50%<sup>11</sup>と低迷している。

したがって蛍光管の処理費用を徴収する場合、蛍光管の回収を妨げないように、先払いで徴収するべきである。

## 第4章 蛍光管の回収・水銀貯蔵制度の提案

本章では、第3章で検討した4点の措置を取り入れた蛍光管の回収・水銀貯蔵制度を提案する。

### 4-1 制度の概要

本稿で提案する制度は、DSD社の事例のように、蛍光管生産者の共同出資による団体の設立が促され、その団体によって一元的に管理・運営されるものである。

本制度は以下の5点の構成要素で成り立つ。

- 要素① デポジット制度による蛍光管の回収
- 要素② 消費者からの蛍光管の処理費用の徴収、および蛍光管処理企業への処理の委託
- 要素③ デポジット料金のプールを活用した低利融資
- 要素④ 水銀貯蔵の委託費用捻出を目的とした基金の運営、および消費者からの基金原資の徴収
- 要素⑤ オークション方式による水銀の市場還流と段階的な水銀の削減

これら5点により、蛍光管の回収・水銀回収処理の委託、水銀貯蔵、そしてLEDへの代替促進を実現する。

以下の節において要素①～③の内容を詳しくみていく。なお、水銀貯蔵に関する要素④・⑤は第5章にて詳しく取り扱う。

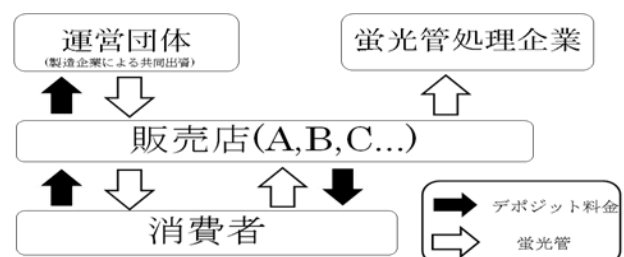
### 4-2 デポジット制度の概要とデポジット料金の設定

ここではデポジット制度の概要を示し、おおよそのデポジット料金の設定を試みる。

#### 4-2-1 デポジット制度の仕組み

デポジット制度の概要は、以下図1の通りである。

図1 デポジット制度による蛍光管回収の仕組み

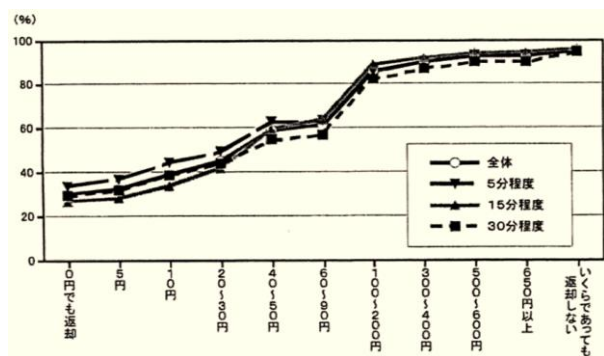


蛍光灯を購入する際、消費者はデポジット料金を販売店に支払い、その料金は運営団体のもとに集められる。廃棄時には、消費者は蛍光灯を販売店に返却し、デポジット料金の返却を受ける。販売店は返却したデポジット料金を運営団体から受け取る。運営団体はデポジット制度が円滑に機能するように、デポジット料金を管理する。この制度により消費者に返却のインセンティブが働き蛍光灯が確実に回収される。

#### 4-2-2 デポジット料金の設定

既述の大阪府豊中市の蛍光灯回収実験でのアンケート結果を参考にし、おおよそのデポジット料金の設定を試みる。このアンケートは蛍光灯の回収に協力した消費者から、いくらのデポジット料金ならば蛍光灯の返却を行うかについて調査したものである。表4にその結果を示す。

表4 デポジット料金と所要時間に関するアンケート結果



出典：大阪府廃棄物減量化・リサイクル推進会議より

表4は返却場所までの所要時間ごとに分類した、各料金帯において返却すると回答した人の割合を示したものである。所要時間別の回答に大きな差はなく、返却する人の割合は距離に大きく影響を受けないと考えられる。表4によれば、60円～80円のデポジット料金に設定した場合は、返却すると答えた割合は約60%に留まっている。それに対して、100円～200円の場合では、約90%と高

い回収率が見込まれる。500円～600円までデポジット料金を上げた場合、返却すると答えた割合は100円～200円のデポジット料金のときと比べ、それほど大きく増加していない。2010年現在、一般的な家庭用蛍光灯が数百円～千数百円程度で販売していることから、あまりに高いデポジット料金の設定は望ましくない。よって100円～200円にデポジット料金を設定することが妥当であると考えた。そこで本稿では暫定的にデポジット料金を、中央値の150円と設定する。

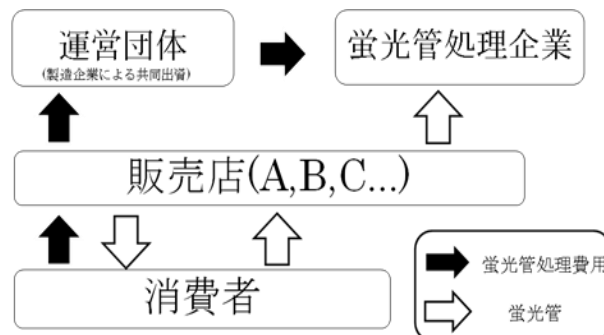
#### 4-3 処理費用の徴収と処理委託の仕組み、及び処理費用の設定

蛍光灯の処理費用を消費者から徴収し、その費用を以て蛍光灯処理業者に委託し水銀回収処理を行う。その仕組みを示し、おおまかな処理費用の設定を試みる。

##### 4-3-1 処理費用の徴収と処理委託の仕組み

消費者から蛍光灯の水銀回収処理費用を徴収し、処理を蛍光灯処理企業に委託する。その全体の仕組みを以下の図2で表す。

図2 処理費用徴収と委託の仕組み



消費者は蛍光灯の購入時に水銀回収処理費用を販売店に先払いし、その費用は運営団体に集められる。消費者が販売店に返却して集められた使用済みの蛍光灯は、蛍光灯処理企業によって処理される。この処理に必要な費用は、購入時に消費者から徴収した処理費用よりまかなう。処理費用を先払いで徴収することで、デポジット制度による

蛍光管の回収を妨げないようにする。

なお、蛍光管の水銀回収処理を蛍光管処理企業に委託する際には、水銀の回収率や他の物質のリサイクル率、排ガス・排水の施設維持管理の記録といった点に留意し、適切な処理を行える企業に委託しなければならない。

#### 4-3-2 処理費用の設定

蛍光管1本の水銀回収処理費用は以下の試算の通りである。

#### 試算3 蛍光管1本当たりの処理費用の試算

$$\begin{aligned} & 1\text{kgの蛍光管処理費用} \times \text{蛍光管の重量} \\ & \quad \text{約 } 120 \text{ 円/kg} \times \text{約 } 0.25\text{kg/本} \\ & \text{蛍光管1本当たりの処理費用} \\ & \quad \text{≒ 約 } 30 \text{ 円/本} \end{aligned}$$

参考：蛍光管処理企業への調査結果を基に算出

蛍光管は40w直管蛍光管を想定

(蛍光管輸送費など、諸経費は計算に含んでいない)

試算3より、1本あたりの水銀回収処理費用は30円と算出された。この処理費用の徴収によって、蛍光管の適切な水銀回収処理が行われ、水銀排出を防ぐことができる。

#### 4-4 デポジット料金のプールを活用した低利融資制度の運用

デポジット料金は一時的に運営団体に集められ、蛍光管を返却したときに販売店を介して返却される。蛍光管は種類や用途にもよるが、通常1～3年ほど使用できる。そのため、集めたデポジット料金が返却されるのは1～3年後である。その間にプールされるデポジット料金をLEDへの代替促進のために活かすことを目的として、LED生産者に対して低利融資を行う<sup>12</sup>。

4-2-2より、デポジット料金を150円として試算を行うと以下ようになる。

#### 試算4 初年度のデポジット料金総額の試算<sup>13</sup>

$$\begin{aligned} & \text{蛍光管の年間販売数} \times \text{デポジット料金} \\ & \quad \text{約 } 6 \text{ 億 } 9300 \text{ 万本/年} \times 150 \text{ 円/本} \\ & \text{≒ 1年間に集まるデポジット料金の総額} \\ & \quad \text{約 } 1040 \text{ 億円/年} \end{aligned}$$

参考：日本電球工業会HPを基に算出

蛍光管の年間販売数は約6億9300万本であるため、試算すると年間約1040億円が集められる。それを原資に、LED生産技術の向上を目的とした生産者への融資を行う<sup>14</sup>。この融資によりLEDのさらなる量産化と低価格化をはかり、蛍光管への代替を促進する。

### 第5章 水銀の永久貯蔵と費用捻出のための基金の創設

2-4で示した水銀の安全な永久貯蔵という条件を整えるために2-5で触れた措置④・⑤を詳しく検討していく。

#### 5-1 水銀貯蔵の必要性と費用負担

第4章で検証した措置①～③により、蛍光管の回収と適切な水銀回収処理が可能となる。しかし、水銀が市場に還流され、再び蛍光管として流通しては、水銀汚染が起こる危険はなくなる。そのため水銀を永久に貯蔵し、市場から取り除く必要がある。

水銀の貯蔵には永久的に費用が発生する。しかし、水銀の使用がすでに最小限度に縮小されているであろう将来世代に、その費用負担をさせるべきではない。そのため、貯蔵費用は、汚染者である現世代によって負担され続けなければならない。

#### 5-2 基金設立による水銀永久貯蔵の提案

水銀の永久貯蔵にかかる費用を現世代が負担するために、本稿では基金の設立を提案する。

購入時に徴収される蛍光管の処理費用に加え、課徴金を徴収する。その課徴金を原資として基金



を運用し、運用利回りを以て永久的に生じる貯蔵費用をまかなう。なお、基金原資が集まるまでの期間は消費者から課徴金に加えて、その期間に必要となる貯蔵費用を徴収する。

基金を運用する運営団体は、蛍光管処理企業から回収された水銀を買い取る。その水銀は、LEDへの代替の進捗度を考慮し、一部を市場へオークション方式で還流する。残余の水銀は蛍光管処理企業に貯蔵を委託し、その費用は基金の運用益から支払われる。蛍光管処理企業は前述した通りフラスコを所有し、それを改良することで永久貯蔵に転用が可能である。そのため基金を運用する運営団体は蛍光管処理企業に、買い取った水銀の貯蔵も委託する。

### 5-3 課徴金の試算

水銀貯蔵費用の捻出を目的とした基金の原資として、消費者から徴収すべき課徴金の金額を試算する。

試算5は、初年度に蛍光管に使われている総水銀量の10%を毎年貯蔵し、10年で水銀の流通を止め、蛍光管からLEDへの代替を完了するモデルである。なお、計算の単純化のため、以下の仮定で計算する。

- (ア) 蛍光管は100%回収される。
- (イ) 蛍光管は1年で買い替えがなされる。
- (ウ) 蛍光管処理企業より買い取る水銀価格は、2010年10月現在の約3800円/kgで固定される。
- (エ) 蛍光管・水銀の在庫は考慮しない。
- (オ) 販売店の手数料は考慮しない。

#### 試算5 基金原資のために必要な課徴金額の試算

1年間蛍光管に使われる総水銀量×水銀価格  
 約3.8トン ×約3800円/kg  
 ≒初年度の水銀買い取り費用：約1444万円

貯蔵委託費用≒水銀価格なので、

約3.8トン×1/10×約3800円/kg  
 =初年度の貯蔵委託費用：約145万円

初年度に必要な水銀の買い取り・貯蔵委託費用は約1444万円+約145万円=約1589万円

初年度以降は毎年約145万円ずつ水銀買い取り費用が減少し、同額の貯蔵費用が増加する。貯蔵費用と水銀買い取り費用の合計は年間約1589万円となる。初年度目から10年間は水銀の買い取り・貯蔵費用を消費者から徴収するため、その総額は約1589万円/年×10年=約1億5890万円

水銀を全て貯蔵した後、水銀買い取り費用が無くなるため、約1444万円が半永久的に必要な。その費用は削減期間内に、水銀買い取り・貯蔵費用と併せて消費者から徴収する。基金を利回り1%で運用すると仮定すると、11年目以降に必要な基金原資総額は

基金原資総額×1/100=約1444万円

基金原資総額≒約14億4400万円

この10年間の水銀買い取り費用、水銀貯蔵費用、基金原資を10年間で集めるために、蛍光管1本につき徴収すべき課徴金額は、

約1億5890万円+約14億4400万円=約16億290万円

約16億290万円÷約34億6500万本≒約0.5円/本

参考：日本電球工業会HP、水銀回収処理企業への調査結果を基に算出(水銀価格は2010年10月のものを使用)

1年間で蛍光管に使われる水銀量は約3.8トン、水銀価格は2010年10月では1kgあたり約3800円であるため、初年度の水銀買い取り費用は約1444万円となる。また、大手蛍光管処理企業への聞き取り調査によれば、大まかに貯蔵委託費用≒水銀価格<sup>15</sup>であった。そこで水銀価格を約3800円/年として初年度の貯蔵費用を試算すると約145万円となり、初年度に必要な費用の総額は約1589万円と

なる。

表 5 水銀買い取り費用と貯蔵費用の推移

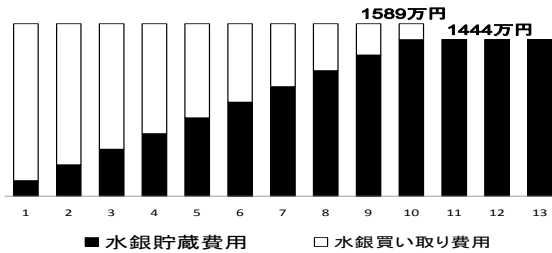


表 5 のように、10 年目までは水銀の買い取り量が 10% 減り、貯蔵量が 10% 増えていくため、必要な費用の総額は毎年約 1589 万円である。11 年目以降は蛍光灯の流通が止まり、買い取り費用が生じないため貯蔵費用の約 1444 万円が毎年必要となる。汚染者負担原則に則り、水銀を段階的に削減している 10 年間は消費者がこの水銀買い取り・貯蔵費用を賄わなければならない。そのため、初年度目から 10 年目までは、水銀買い取り費用および貯蔵費用を基金ではなく消費者からの徴収によって賄い、11 年目以降の基金原資を別途上乘せして徴収することが望ましい。この場合、10 年間で徴収する水銀買い取り費用および貯蔵費用は、約 1 億 5890 万円となる。また、基金は将来にわたって残さねばならないものであり、その運用は利回りが低くとも国債などの安全な方法で行うべきである。そこで運用を国債で行うとして利回り 1% と想定すると<sup>16</sup>、毎年約 1444 万円の運用益を得るために必要な原資額は約 14 億 4400 万円となる。この約 14 億 4400 万円と 10 年目までの貯蔵費用である 1 億 5890 万円を足した約 16 億 290 万円を 10 年間で消費者から徴収しなければならない。蛍光灯の販売量は水銀の流通量の減少に伴い同じだけ減少するものとする、10 年間で販売される蛍光灯は約 34 億 6500 万本と仮定され、約 16 億 290 万円を約 34 億 6500 万本で割ると、1 本あたり約 0.5 円と算出される。

試算 3 より算出された、蛍光灯 1 本あたりの処

理費用は約 30 円であるため、この約 0.5 円と合わせて約 30.5 円、切り上げて蛍光灯 1 本あたり 31 円を消費者から徴収する必要がある。

#### 5-4 蛍光灯回収・水銀貯蔵制度による LED 普及の促進

本制度を通じて、蛍光灯から LED へいかに代替させていくのか、購入時に必要な費用の差から考察する。

図 3 制度の導入による購入時の価格の変化

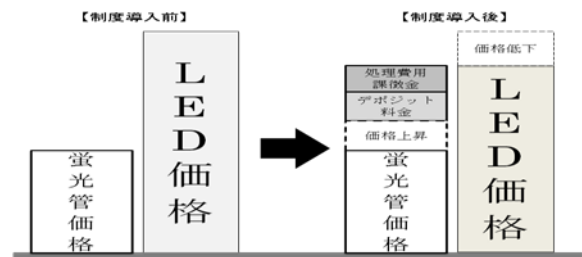


図 3 はこの制度の導入による蛍光灯と LED の購入時の価格の変化の様子を図化したものである。蛍光灯の購入に際し、水銀処理費用と課税金の負担が増える。デポジット料金は消費者へ返却されるが、購入時に初期負担が発生する。さらに水銀貯蔵により市場の水銀量が減少し、水銀価格が既述したオークションによって上昇するため、蛍光灯価格も上昇する。一方、LED はデポジット料金を活用した低利融資制度によって、価格の下落が見込まれる<sup>17</sup>。以上の結果、蛍光灯と LED の購入時に必要な価格の差は縮小し、LED の普及が促進され、蛍光灯から LED への代替が進んでいく。

#### 終章

蛍光灯の適切な処理を行い、水銀の排出を防ぐために現状の問題点を挙げた。それらの問題点を解決するために、先行するリサイクル事例の検証を行い、水銀の貯蔵、LED への代替を促進する、蛍光灯回収・水銀貯蔵制度を提案した。

この制度で行うべきことは以下の 4 点である。

- ① 拡大生産者責任に則り、蛍光灯の回収・水銀

回収処理を生産者に義務づける法律を整備する。それにより義務を共同で履行する運営団体の設立を促す。

- ② デポジット制度を導入し、150 円のデポジット料金を設定することで、蛍光管の回収を促進する。
- ③ 汚染者負担原則に則り、購入時に消費者から 30 円の水銀回収処理費用を徴収し、蛍光管の水銀回収処理を行う。
- ④ 水銀の永久貯蔵を目的とし、その費用捻出のために基金を創設する。その原資を調達するために課徴金 0.5 円を徴収する。

以上の 4 点を行うことで、2-3 で提示した課題

①水銀の確実な回収、課題②蛍光管の水銀回収処理、課題③LED への代替促進の 3 点が達成される。よって、蛍光管の不適切な処理による水銀排出問題は解決し、国内における低水銀社会の実現へ近づいていく。

しかし、この制度にはまだ以下の問題が残されている。

- ① 試算には多くの前提や仮定を設けたため、制度を実際に施行する場合、その前提や仮定の妥当性を再度検証しなければならない。
- ② デポジット料金を設定するにあたり、蛍光管の不適切な廃棄により生じる水銀汚染の除去費用を考慮しなければならない。

またこの制度では解決されない課題を以下に挙げる。

- ① 水俣湾に残留する水銀へドロをはじめとした、土壌や水系に残留する水銀を回収・貯蔵する制度を構築する。
- ② 海外(特に途上国)での水銀汚染問題に対して日本の技術を供与し、解決をはかる。

以上を今後の研究課題と設定し、調査・研究を継続していく必要がある。

最後にこの論文の作成にご協力いただいた、化学物質問題市民研究会の安間武氏、野村興産株式会社をはじめとした調査協力企業、東京都八丈町

をはじめとした行政の担当者の方々に感謝の意を表しこの論文を結ぶ。

### 【注釈】

- 1 水俣病の原因となったのは、厳密には有機水銀の一種のメチル水銀である。自然界には金属水銀をメチル水銀に変化させる微生物が存在しており、比較的毒性が弱い金属水銀の排出も危険である。
- 2 化石燃料の燃焼では、特に製鉄所や火力発電所など、大量の化石燃料を使用するものが顕著な例として挙げられる。金鉱石の製錬においては、発展途上国の小規模金鉱山において水銀を鉱石と混ぜあわせ、水銀のみを蒸発させるアマルガム法が採用されている。化学触媒においては、水俣病を引き起こしたチッソ水俣工場のアセトアルデヒド工程などで水銀が使用されていた。日本においては、かつて主にイモチ病の対策に水銀農薬が用いられており、2010 年現在も土壌に残留しているおそれがある。
- 3 経済協力開発機構 (OECD) が提唱した概念であり、「製品に対する生産者の物理的および (もしくは) 経済的責任が製品ライフサイクルの使用後の段階にまで拡大される環境政策上の手法」と定義されている。
- 4 経済協力開発機構 (OECD) が 1972 年 5 月 26 日に採択した「環境政策の国際経済的側面に関する指導原則」で勧告された「汚染者支払原則」のこと。環境汚染を引き起こす汚染物質の排出源である汚染者に発生した損害の費用をすべて支払わせることを意味するが、ゴミ処理問題などの場合「汚染者」には、「生産者」だけではなくゴミを発生させる「消費者」も含まれる。
- 5 焼却や、埋め立て、不法投棄などがあげられる。
- 6 LED に代替を進めることで水銀汚染問題は改善に向かうが、LED には有害な物質が用いられており、LED の回収・処理は適切に行わなければならない。
- 7 既存の照明器具工業会やリサイクル事業を扱っている団体がこの事業を請け負うことも考えられる。

- 8 大手照明器具生産企業を例とすると、同企業の電球形蛍光灯(60W)の価格が275円であるのに対し、同型のLED電球は2599円とおよそ12倍である。
- 9 1991年に公布されたドイツの政令で、包装物の製造・流通業者に包装廃棄物を自ら回収し、再利用することを義務づけた。
- 10 デポジット制度とは、商品販売時に商品価格に、一定金額の預託金(デポジット)を上乗せし、消費者が、使用後に商品の本体、もしくは容器を返却した時に預託金を消費者に返却する制度。この仕組みは預託金の返還を求めて、消費者が自主的に製品や容器の回収に協力することを期待するもので、経済的なインセンティブによる環境施策の1つ。(出典：『環境事典』日本科学者会議編 旬報社)
- 11 2007年12月13日山陽新聞より。
- 12 この融資の原資はデポジット料金であるため、消費者に返却することに注意しなければならない。そのため融資に際し、厳密な審査を行う必要がある。
- 13 デポジット制度により集まるデポジット料金を年間販売数から算出したが、この数値にはデポジット制度の導入による蛍光管販売量の減少は反映されていない。
- 14 蛍光管生産者の多くはLEDの生産も行っている。そのため、蛍光管生産者の共同出資により設立された団体がLED事業に対する融資を行うことでLEDへの事業転換と量産化・低価格化が進むことが見込まれる。
- 15 蛍光管処理企業から「水銀の貯蔵を行うのならば、水銀の販売による売り上げの補償が必要」と伺った。そのため、大まかに水銀貯蔵委託費用≒水銀価格と設定し、試算を行った。
- 16 2000年～2010年10月にかけての長期(10年)国債利回りは概ね1%以上で推移していたため、国債の利回りを1%と想定した。
- 17 2010年現在、蛍光管とLEDには大きな価格差があるが、寿命や消費電力を考慮すると、LEDへと転

換する方が消費者にとって経済的である。

## 【参考文献】

- 宮本憲一 編 (1977) 『公害都市の再生・水俣』(筑摩書房)
- 原田正純 (1995) 『水俣病と世界の水銀汚染』(実教出版)
- 栗原彬 (2005) 『「存在の現れ」の政治 - 水俣病という思想』(以文社)
- 除本理史 (2007) 『環境被害の責任と費用負担』(有斐閣)
- 井芹道一 (2008) 『MINAMATA に学ぶ海外一水銀削減』(成文社)
- 沼田大輔 (2009) 「使用済み蛍光管の回収を促す社会的手法の評価」 『社会技術研究論文集 Vol.6』 pp58-67 社会技術研究会
- 沼田大輔 (2010) 「使用済み蛍光管の限界返却費用の試算」 『商学論集』 第78巻第4号. pp65-80.
- 中川良三、加藤龍夫、朱曉明 (1991) 「水田土壌における残留農薬水銀の実態」 『日本科学会誌』 pp470-477
- 浅利美鈴、福井和樹、酒井伸一、高月紘 (2005) 「水銀の物質フローと蛍光管リサイクルのあり方」 『廃棄物学会誌』 pp223-235.
- ## 【参考資料】
- 大阪府廃棄物減量化・リサイクル推進会議(2004) 「危険・有害ごみの処理におけるデポジット制度導入可能性調査報告書」
- 大阪府廃棄物減量化・リサイクル推進会議(2006) 「経済的手法による家庭系危険・有害廃棄物回収社会実験調査報告書」
- 東京都清掃局 (2001) 「八丈島デポジット事業検証調査報告書」

山陽新聞 2007年12月13日

旭硝子株式会社「有価証券報告書」(各年度)

旭硝子株式会社(2007)『旭硝子100年の歩み』

旭化成株式会社(2002)『旭化成八十年史』

テルモ株式会社(1992)『医療とともに：テルモ70年のあゆみ』

コンシューマーズ京都(2006)「家電販売店と協働で蛍光管の適正処理システムづくりをめざす事業報告書」

環境省有害金属対策基礎調査検討会  
(2009)(2010)

「有害金属基礎調査検討会会議資料：排水水銀のマテリアルフロー」

### 【参考ホームページ】

経済産業省機械統計年報

[http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/03\\_kikai.html](http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/03_kikai.html)

平成20年度・平成19年度環境省有害金属対策基礎調査検討会

<http://www.env.go.jp/press/press.php>

財務省貿易統計

<http://www.customs.go.jp/toukei/info/index.html>

日本貿易振興機構(JETRO)

<http://www.jetro.go.jp/indexj.html>

国連データベース

<http://data.un.org/>

化学物質問題市民研究会

<http://www.ne.jp/asahi/kagaku/pico/>

野村興産株式会社

<http://www.nomurakohsan.co.jp/>

米国環境保護庁EPA

<http://www.epa.gov/mercury/>

日本電球工業会

<http://www.jelma.or.jp/>

UNEP(国連環境計画)

<http://www.unep.or.jp/>

### 【調査協力企業・自治体・団体】

<直接面談>

野村興産株式会社

(訪問日：2010年6月25日・11月12日)

化学物質問題市民研究会 代表：安間武氏

(面談日：2010年5月11日)

<電話調査>

八丈町役場 住民課 環境係

(調査日：2010年9月6日)

<NEW環境展2010でのヒアリング調査>

(来場日：2010年5月28日)

株式会社サワヤ

日本蛍光灯リサイクル株式会社

株式会社鎌長