

特集 資源リサイクルの現状と展望

飲料容器のリサイクル

Recycling of Used Beverage Containers

石川 雅紀*
Masanobu Ishikawa

1. はじめに

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）が昨年6月に制定され、現在実施のための政省令が整備されつつある。

この法律は、事業者の責任を消費後の製品まで認めた点で画期的な法律である。この法律の対象は、容器包装全般であるが、当面は、PET ボトル、ガラスびんなどが対象となっており、飲料容器のリサイクルを考える上では、最も重要な要素である。

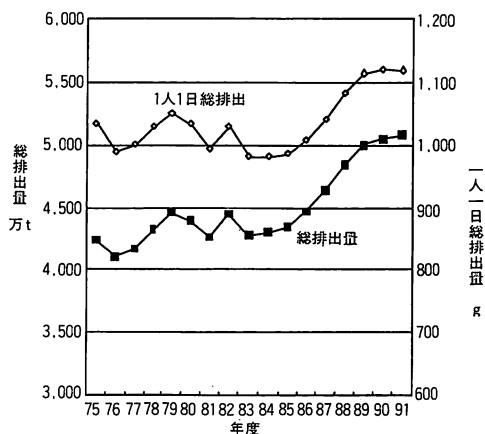
容器包装リサイクル法では、事業者は、容器包装の使用量、製造量に応じた再商品化義務量の再商品化を図らなければならないとされている。国、地方公共団体は、分別収集や、再商品化の促進に必要な措置をこうじるように努める事が求められ、消費者は、分別収集に対する協力、リターナブル容器の使用、過剰包装の抑制が求められている。

これまで、（一般廃棄物に含まれる）使用済みの容器包装の処理は、地方自治体の固有事務とされ、主に地方税でまかなわれていたことと比較すると、構造的な変化を意味している。このような構造的変化が選択された背景には、古いシステムの抱える構造的課題点や、時代的背景などがあるはずである。本論文では、これらの背景を検討し、今後目指すべき目標と道筋について考察してみたい。もちろんこのような大きな問題に対して現時点で正解を得ることは期待できないが、議論を興し、深めるための一助になることを期待している。

2. 背景

2.1 最終処分場の逼迫

容器包装リサイクル法は、地方自治体の最終処分場



(平成3年度実績廃棄物処理事業実態調査統計資料より作成)

図-1 一般廃棄物排出量の推移¹⁾

の確保が困難になってきていることと、地球環境問題に対する社会的関心の高まりという2つの背景がある。

一般廃棄物の総排出量と一人当たりの排出量を図-1に示した。一人当たり排出量は、75年から85年にかけておおむね1.0kg/dayであったが、85年以降直線的に増加し、89年には、1.1kg/dayに達している。総排出量もこれに見合った推移をたどり、89年には、85年に対して約15%程度増加している。この間、地方自治体は焼却設備の整備に努め、図-2に見るように焼却率は81年の64%程度から91年には76%弱まで増加させている。この結果最終処分率は、85年の約39%から、89年には35%と減少し、総排出量が急激に増加した85年から89年の期間にも最終処分率はほとんど変化していない。しかし最終処分場の残余容量（図-3）で見ると85年から89年にかけて約20%程度減少している。最終処分場の新規確保量が年々減少しているためである¹⁾。

総排出量が頭打ちになり、かつ焼却率が増加している89年以降にも残余容量が減少していることは、近年最終処分場の確保がますます困難になっていることを

* 東京水産大学水産学部食品生産学科助教授

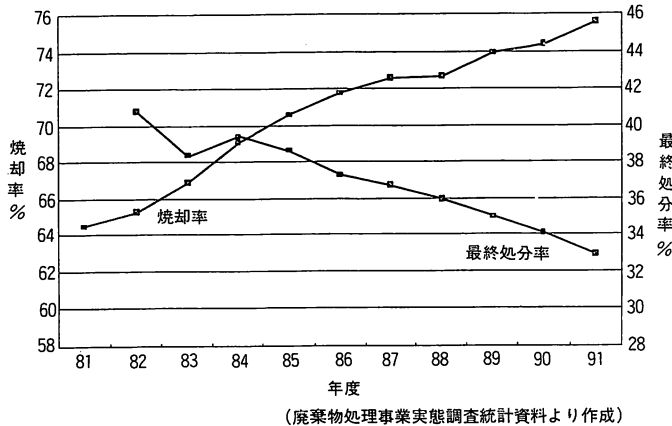


図-2 焼却率と最終処分率の推移¹⁾

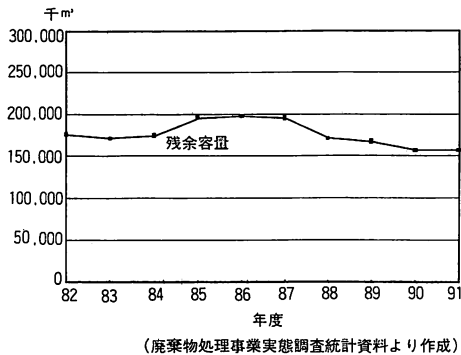


図-3 最終処分場の残余年数¹⁾

示している。

2.2 環境問題の変化

現在の地球環境問題につながる環境問題の変化について振り返ってみよう。60年代末から大きな社会問題となった各種の公害事件は、環境の有限性を（すくなくとも先進諸国の社会全体で）強く意識させることになった。この結果、宇宙船地球号のイメージは共通の認識となり、物質に関しては閉鎖系を前提とした循環型社会を目指す動きが目立ち始めた。

しかし、当時の公害問題が社会に認知させた環境の有限性は、概念としては、地球環境の有限性であったが、実際に問題となったのは水俣湾の有限性、田子の浦の有限性等であった。実際の問題は局地的であり、問題毎に個別の技術的対策によってこれらの問題が顕在化しなくなり、事件性を失うとともに社会的関心が下がる時期が続いた。市民が地球環境の有限性を実際に意識したのは、地球温暖化を代表とするいわゆる地球環境問題である。ここで、70年代から続く循環型社会という物質に関して閉鎖系を目指す動きが社会的な

潮流となってきた。

ごみの問題は70年代以前から市民運動の関心事であり、過剰包装に対する反対運動は昔から続いており、現在の包装容器のリサイクル運動につながっている例も珍しくはない。ごみ問題は、市民にとって目に見えて、身近である点で最もわかりやすく、参加しやすい環境問題である。また、資源リサイクルによって資源消費量を減らしたり環境破壊を防ぐという主張は極めて高い説得力がある。

容器包装リサイクル法は、これらのことを背景として成立している。

容器包装リサイクル法は、そのひな型をフランスのエコアンバラージュに見ることができるが、ヨーロッパにおいてフランスのエコアンバラージュ、ドイツのDSDシステムが成立した背景も、日本と同じく、最終処分場の逼迫と、地球環境問題に対する関心の高まりにある。

2.3 目標は定まるか？

このように、容器包装リサイクル法は最終処分場の逼迫と地球環境問題という2つの異なる目標に対してリサイクルの促進を手段として解決を目指している。

一般に複数の目標を追及するのは、定性的な議論としては可能でも、複数の目標の間でのある種の重み付けがなければ定量的に最適化することは不可能である。実際に政策として実施するときには当然定量的な尺度が必要であるが、例えば、目標とすべきリサイクル率に関しても合理的根拠に基づいた議論は行われていない。むしろ目標リサイクル率は、合理的根拠から定まるのではなく、政治的意思決定として定まるとするのが大方の理解であろう。このことは、広義の環境問題の間での重要性に関する重み付けが困難であること、

別な言葉では、環境問題の外部不経済を定量的に測定することが困難であることに根ざしていることに注意しておかなければならない。

3. 飲料容器リサイクルの現状

ここでは、飲料容器リサイクルの量的側面と経済的側面について素材別に概観しておこう。

3.1 スチール缶

図-4にスチール缶の再資源化率の推移を示した。スチール缶の生産量は85年の約1,100万トンから90年の約1,500万トンまで増加した後93年にかけ減少し、94年には増加に転じて再び1,500万トン程度になっている。再資源化率は、85年から90年は、年平均約2%程度増加し、91年以降は、年平均約8%と急激に増加している。この増加は、市民のリサイクルに対する協力もさることながら、関係業界のリサイクル率をあげる努力による部分が大きいと思われる。

スチール缶の再生資源としての価格は、ある程度以上集まれば現状では逆有償とはなっていないが、鉄スクラップの中では低価格であり、需要家から遠い場合や、量が少ない場合にはもちろん有償物としては取り扱われない。したがって、ボランティア、自治体の資源分別などの市場経済メカニズム以外の機構が関与しなければリサイクルは完結しない。

3.2 アルミ缶

アルミ缶の再生利用率の推移を図-5に示した。アルミ缶の国内販売量は、85年の約6万トンから94年の約24万トンと大きく増加している。再生利用率は、85年から91年までは、約40%でほぼ一定であったが、92年以降増加し、94年で、61.1%に達している。92年以降調査対象を広げたことにもよるが、92年以降の2年間

でも年率約4%増加しており近年リサイクルが盛んになっていることは間違いない。アルミ缶もスチール缶と同様に業界全体でリサイクルを促進しており、91年以降の金属缶のリサイクル率の急上昇は金属缶どうしの激しい市場競争の一部としてのGreen Competitionとでもいうべき環境競争の結果と見る事ができる。

アルミ缶の再生資源価格はスチール缶よりは高いため、相対的には少量でも有償物として取り引きされるが、為替レートの変動の影響を直接受ける点が問題である。また、スチール缶と同様に消費者が廃棄した直後の缶を収集するビジネスは成立していない。スーパーマーケット店頭などでのリバースベンディングマシンによる回収も集客効果に対する宣伝広告費の投入を考慮しなければ自立的なビジネスとしては成立していない。

3.3 ガラスびん

ガラスびんのカレット使用率の推移を図-6に示した。金属缶とことなり、ガラスびん生産量、カレット使用量、カレット使用率ともに85年以降おおむね一定であり、近年は、カレット使用率約55%で推移している。ガラスカレットは、白と茶はガラスびん原料としての再生利用の需要があるが、それ以外の色のカレットは需要がなく、路盤材などの商品に利用する他はない。もちろん収集の段階では、分別収集等の市場の外のメカニズムに頼らざるを得ない。

3.4 PETボトル

図-7にボトル用PET樹脂生産量とリサイクル率を示した。ボトル用PET樹脂生産量は、85年以降94年に至るまで、一貫して増加し、85年の約2万トンから94年には、約14万トンと7倍にもなっている。PET

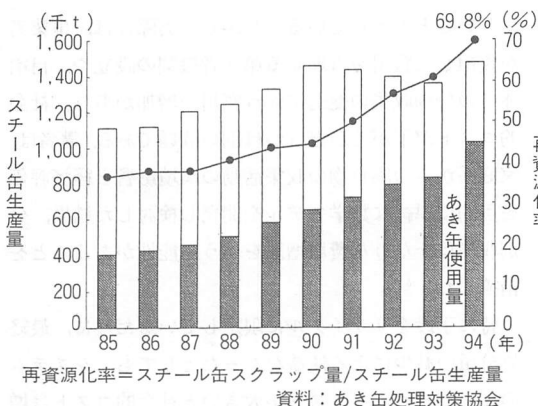


図-4 スチール缶の再資源化率の推移¹⁾

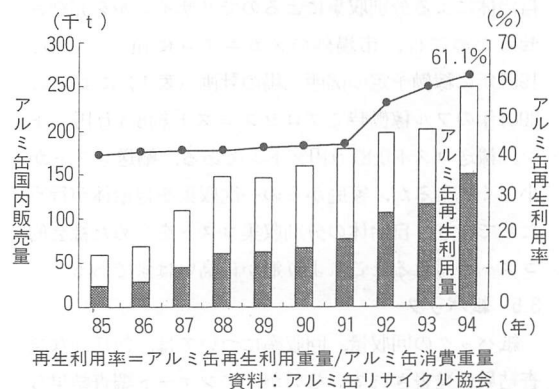


図-5 アルミ缶の回収率の推移¹⁾

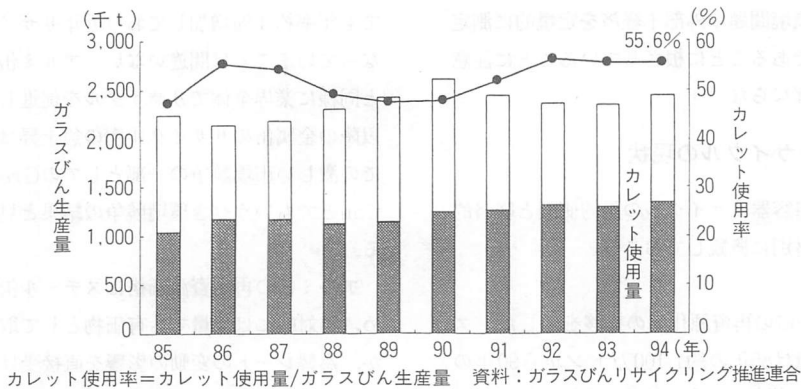


図-6 カレット使用率の推移¹⁾

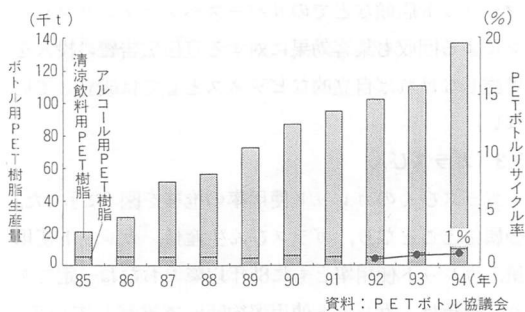


図-7 ボトル用PET樹脂生産量の推移¹⁾

ボトルのリサイクルは、始まったばかりであり、94年で約1%である。PETボトルは今回の法律の対象になっており、関係業界で資源リサイクルに対する取り組みが始まっており、既に稼働している関東地区のウィズペトリサイクル社を含めて2005年までに全国8ヶ所に8,000トン規模の再商品化工場を設置し、2005年には、予測排出量20万トンの30%以上を再商品化する計画である²⁾。

もちろんこの計画も、法律の枠組みに従い、収集は、自治体による分別収集によるのでリサイクルを完結させるためには、市場外のメカニズムに頼っている。1997年に稼働予定の関西工場の計画(表1)によれば、2001年のフル稼働時でプロセスコスト約8.4万円/トン、輸送コスト0.81万円/トンである。輸送コストが小さく見えるが、家庭からの一次収集を自治体が行うためであり、自治体の分別収集コストを含めた社会的コストを考えるとこれより遙かに高いはずである。

3.5 紙パック

紙パックの回収量、回収率については、包括的な調査結果は発表されていないが、アンケート調査結果などを元に回収率16-20%程度と考えられる³⁾。紙パッ

クの資源リサイクルには、パックを切り開き、洗浄、乾燥することが必要で市民の協力がかなり必要である。紙パック自身は、トン単位で集まれば、かなりの価格が期待できるが、1個当りの使用量が少ないため、長期間保管するか、広範囲から集める必要があり、ボランティア活動に頼らざるをえない側面が強い。

4. 飲料容器のリサイクルの問題点

前節で見たとおり、飲料容器に関しては、素材によって現状でのリサイクルのレベルは異なっているが、いずれにしても一次収集の段階でボランティア、自治体による資源分別回収等の非市場的活動に頼る形で成立している。これは、使用済み飲料容器が廃棄物であるかぎり当然であるが、環境影響、市民の負担、社会的コストを考えると様々な議論が有り得る。

今回、容器包装リサイクル法によって使用済み飲料容器をリサイクルする費用の一部が商品の価格に転嫁されることになった。このことは、polluters pay principle(PPP)の方向への変化であり、外部不経済が一部でも内部化されるという意味で経済学的にも望ましいこととされている。しかし、実際には、事業者が負担した費用を管理する第3者機関の設立や、自治体での分別収集の促進に伴う費用の増加があり、社会的コストが下がるかどうかは別の問題である。著者は、家庭系からの廃棄物の収集活動の環境影響と経済評価を目的に単純な数学モデルを開発し検討した結果、分別収集はかなりの費用増加を伴う可能性があることを指摘した^{4), 5)}。

特に手段をリサイクルに限定しているだけに、最終処分量の減少による便益があったとしても、システムのオーバーヘッドコストが大きいと社会的コストは増加する可能性もある。第3者機関をできる限り簡素な

表1 関西工場におけるPETボトル再商品化費用負担見込み額²⁾

年	1997	1998	1999	2000	2001
再商品化量 (トン)	2,600	4,100	5,600	7,700	8,000
再商品化費用合計 (万円)	52,300	58,200	64,200	72,400	73,600
プロセスコスト	50,200	54,900	59,600	66,100	67,100
輸送費用	2,100	3,300	4,600	6,300	6,500
再生品販売額合計 (万円)	12,700	19,900	27,200	37,500	68,900
透明フレーク	4,600	7,200	9,800	13,500	14,000
透明ペレット	7,800	12,300	16,900	23,200	24,100
着色フレーク	300	400	500	800	800
再商品化費用負担額 (万円)	39,600	38,300	37,000	34,900	34,700

(注) (再商品化費用負担額) = (再商品化費用合計) - (再生品販売合計)

ここで (再商品化費用合計) = (プロセスコスト) + (輸送費用)

(再生品販売金額) = (透明フレーク販売金額) + (透明ペレット販売金額) + (着色フレーク販売金額)

なお、再生品販売金額の計算に際しては、以下の数値(仮置き)を前提に計算している。

①再生品比率: 透明フレーク50%, 透明ペレット43%, 着色フレーク7%

②販売価格: 透明フレーク5万円/トン, 透明ペレット10万円/トン, 着色フレーク2万円/トン

③再商品化時の歩留り: 70%

ものにする事と、効率的な分別収集を研究する事は今後の重要な課題であろう。

飲料容器のリサイクルは、ボランティアの活動に頼っている部分も大きい。このため、環境影響の面から見ると、本来の目的と矛盾する場合もおこり得る。

著者等は、紙パックのリサイクルの環境負荷を検討し、紙パックの洗浄時に湯を使うことに起因する環境負荷がかなり大きいことを明らかにした^{6) 7)}。これは、湯を沸かすためのCO₂の発生や大気汚染は市民の目に見えにくく、意識することが少ない一方で、紙パックを資源リサイクルすることは目に見えるためであるようにも解釈できる。これは、2度にわたる石油ショックや、不況にもかかわらず民生部門のエネルギー消費が増加し続けながら、ボランティアなりサイクル活動が盛んになっている現象を象徴的に示しているように思える。

収集の最初の段階では、いずれの容器でも消費者の協力を頼る部分が多いことは前節に見たとおりである。容器包装リサイクル法では、市民による分別収集による事になっている。これまで日本で確立してきた分別収集システムは、現状程度の回収率を目標とする場合には、世界的に見ても効率の良いシステムとして評価されるが、目標回収率を90%に近いところまで想定すると、実績はなく、必ずしも効率的であるかどうか懸念される点もある。例えば、これまで分別収集が普及していない大都市では、住民の属性、意識、住環境が異なっており、分別収集に対する協力がどの程度期待できるかが問題である。著者等は、高い目標回収

率を達成できるシステムとしてデポジットシステムの一つであるリデンプションシステムのコストベネフィット分析を行い、消費者が使用済み容器を回収拠点にまで運ぶ不便さを考慮したモデルを開発し、社会的費用がかなり小さい可能性を示した⁸⁾。

5. Life Cycle Assessment(LCA)

リサイクルに伴う環境影響を考えると、リサイクルのシステム毎に包括的に環境影響を評価することが必要となってくる。この期待に答えるべく研究が盛んになった分野にLCAがある。

LCAとは、製品もしくはサービスが提供する特定の機能を実現するために必要な原料の採取から製品の廃棄にいたる全ライフサイクルにわたっての環境負荷(エネルギー消費、資源消費、固形廃棄物発生量、大気汚染物質排出量、水質汚濁物質排出量等)を積算することによって環境に対するインパクト(影響)を評価しようとする手法である。

目的は、(1)製品の環境インパクトに関する情報を消費者に対して提供して、より環境に優しい商品選択に誘導し、結果として環境負荷の小さな社会の実現を目指すこと、(2)企業が自社製品の環境影響をライフサイクルで評価することによって製品の改善を行うこと、(3)政府などが、技術システムや、対象物の優先順位づけのために用いることなどである⁹⁾。

飲料容器について考えてみよう。清涼飲料は現在アルミ缶とスチール缶に充填されて販売されている。消費者にとっては、価格、飲料の品質も容器素材によ

て変わらないから、環境負荷・影響の情報がなければ、容器の素材を区別して意識することはほとんどないだろう。同じブランドの飲料がアルミ缶とスチール缶に詰められて販売されている例もあることからみて容器の価格もほぼ同じと考えてよい。この飲料を消費する段階では、環境負荷に差があるとは考えられない。

しかし、鉄鋼とアルミでは、原料、製造方法など全く異なっているから、容器素材の製造段階、容器の製造段階や、消費後のリサイクル、最終処分段階を考えると、環境に対する影響は同じではないはずである。全ライフサイクルにわたっての環境負荷を積算すれば、差があることは確かであり、これから環境に対する優しさを計測することが可能であれば、消費者が商品を選択するときや、企業が素材を選択する際に、より環境に優しい選択をすることができると考えられる。これが、LCAの原点である¹⁰⁾。

日本における飲料容器リサイクルに関するLCA研究としては、著者も参加している研究であるが、「包装容器のリサイクルに関する定量的分析¹¹⁾」が、現在得られるデータを網羅している点、コスト、労力などのデータも収集している点で幅が広く、データが公開されている点も評価できる。この報告を利用して、包装容器リサイクルの環境負荷を検討した結果、紙製飲料容器を除けば、資源リサイクルは他の手段に比較して環境負荷が少ないことが明らかとなった^{12, 13, 14, 15)}。

6. 合理的循環型社会を目指して

これまで見たとおり、飲料容器の(資源)リサイクルは、紙製飲料容器を別にすると、環境面からは、好ましい方策である。しかし、社会システムに組み入れる事を考えたときには、他の側面、特に経済的側面を考慮しなければならない。

具体的な例として昨年施行された容器包装リサイクル法を検討すると、いわゆる第3者機関のオーバーヘッドコスト、自治体の分別収集に係わる追加コストが大きい場合には、社会的コストはむしろ増加する可能性もあり、実際に実施する上では、このようなことがおこらないように、第3者機関を可能な限り簡素にするとともに、効率的な分別収集方法を検討すべきである。

飲料容器のリサイクルには、市民の多大な協力が期待されている。現在市民には、自らの行為の間接的な環境影響に関する情報が十分提供されているとは言い難い。このために、LCAデータベースの構築を推進

するとともに、いかにして有効で説得力のあるデータを提供するか研究を行う必要がある。

飲料容器のリサイクルシステムは、事業者、政府、自治体、市民がそれぞれ異なる目標とインセンティブで動くシステムであり、かつ、市場メカニズムで決めることができない部分が重要である点で社会的意思決定の問題ととらえることもできる。このような意思決定をできる限り合理的に行うためには、目標を明確にすること、意思決定過程を透明にすること、情報を公開することなどの努力が必要である。目標を明確にすることには困難が予想されるが、不十分な情報下で不透明な意志決定を行うことの理由にはならない。

参考文献

- 1) (社) 食品需給研究センター, (社) 食品容器環境美化協会; 食品容器リサイクル対策事業報告書, (1995), 3-8
- 2) 清飲通信, 平成8年1月1日, 第1150号, 20-25, (1996)
- 3) 藤井美文; 私信
- 4) Masanobu Ishikawa; A Logistics Model for Post-Consumer Waste Recycling and its Application in Japan, Life Cycle Assessment and Treatment of Solid Waste (AFR-Report 98), 203-213, (1995)
- 5) Masanobu Ishikawa; A Logistics Model for Post-Consumer Waste Recycling, J. Packaging Science and Technology, Japan, to be published in 5(2), (1996)
- 6) 石川雅紀, 猪瀬秀博, 小松真弓; 紙製飲料容器の環境プロフィール分析, 第10回エネルギー・経済コンファレンス講演論文集, 273-278, (1994)
- 7) 小松真弓, 猪瀬秀博, 石川雅紀; 家庭における紙バックの処理過程の現状に関する考察, 日本包装学会誌, 5(1), (1996), in press
- 8) 石川雅紀, 藤井美文; リサイクル促進のための経済的手段導入の費用と効果-リデンプション方式設計の理論と実証分析-, 経済分析, 印刷中
- 9) CML; LCA製品の環境ライフサイクルアセスメント, サイエンスフォーラム, (1994)
- 10) 石川雅紀; 製品の環境ライフサイクルアセスメント, 化学工学, 第59巻第1号, (1995), 33-39
- 11) 包装廃棄物のリサイクルに関する定量的分析研究会, 株式会社野村総合研究所; 包装廃棄物のリサイクルに関する定量的分析, (1995)
- 12) 石川雅紀; 包装廃棄物リサイクルの可能性, 資源環境対策, 31(9), 800-810, (1995)
- 13) 石川雅紀; 包装廃棄物リサイクルの可能性第2回: プラスチック包装容器, 資源環境対策, 31(11), 947-955, (1995)
- 14) 石川雅紀; 包装廃棄物リサイクルの可能性第3回: 紙製飲料容器, 資源環境対策, 31(12), 1051-1056, (1995)
- 15) 石川雅紀; 包装廃棄物リサイクルの可能性第4回(最終回): ガラスびん, 金属缶, 資源環境対策, 31(13), 1169-1173, (1995)