

1. 背景・論点

近年、音楽コンサートやお祭りなどの野外イベントが各地で数多く開催されているが、そのようなイベントを実施する際、飲食物の販売などに用いられる使い捨て食器が大量のごみとなり大きな問題となっている。そこで最近では、使い捨て食器を使わずに、使用後に洗浄する事で再使用できるリユース食器を使うことで、イベント内で排出される廃棄物を減らし環境負荷を低減する方法が主流となりつつある。

リユース食器システムを導入する上で、リユース食器の洗浄を効率よく行うため食器洗浄車を利用する場合があるが、食器洗浄車の利用の有無やその他の条件により、CO₂ の排出量にどの程度の差があるのか、またシステムの導入に関して係る費用にどれくらいの差があるのかなどは明らかにされていないのが現状である。

2. 研究の目的・意義

本研究の目的は、様々な条件下で実施されるイベントに対して、リユース食器システムをどのような条件で導入すれば、環境負荷低減効果や費用のバランスから考えてもっとも適しているのかを明らかにする事である。

本研究は、イベント主催者にとってリユース食器システムをどのような条件で導入すれば、費用及び効果の面で効率のよい環境活動になるのかを考える指標になる。また、リユース食器の貸し出しを行う団体やリユース食器システムを推進する団体にとって、今後の活動を行う上での参考資料となりうる。

3. 研究方法

本研究は、下記の手順において研究を進めていくものとする。

本研究の研究方法を、以下に示す。

リユース食器システムの現状を調査する。

リユース食器システムの類型化項目を設定する。

リユース食器システムの CO₂ 削減効果を様々な条件のもとで比較する。

において各システムを項目別に類型化し、リユース食器について CO₂ を原単位として LCA 評価を行い、それぞれを比較・分析する。

リユース食器システム導入に係る費用を様々な条件のもとで比較する。

において類型化した各システムにおける、システムの導入に係る費用を算出し、それぞれを比較する。

の結果を相互比較し、導入するイベントの各種

条件から、どのようなシステムを導入することがもっとも適しているのかを示す。

4. 第2回中間発表以降の進捗状況

(1) リユース食器システムの現状について

リユース食器ネットワーク

日本国内でリユース食器システムの導入が本格化してきたのはここ数年の内である。以前は地域の各団体が独自にリユースのシステムを導入し活動してきたが、2005年に、団体間でのノウハウの共有や、リユース食器貸し出し窓口の拡大をはかるために、リユースの取り組みを行っている団体で構成された「リユース食器ネットワーク」が設立された。2007年11月現在ではネットワーク拠点団体は28団体となっており、それぞれリユース食器貸し出しに関する情報発信やそのサポートなどを行っている。またリユース食器ネットワークに所属しない団体も数多くあり、日本各地で様々な活動が行われている。

食器洗浄車

リユース食器システムにおいて、大量の食器の洗浄を迅速・円滑に行うために導入される、食器洗浄機を搭載したトラックのことを食器洗浄車という。ドイツでは、イベントでリユース食器を利用することが定められており、自治体が「ゲジル・モービル」と呼ばれる食器洗浄車を所有しており広く普及している。日本では札幌市・仙台市・石川県・名古屋市・那覇市などの自治体が導入しており、民間団体では京都のNPO法人「地域環境デザイン研究所 ecotone」などに導入例がある。手洗い時の食器洗浄に比べて、水の使用量を約1/30に抑え、CO₂ 排出量も手洗い時の約1/10に削減できるとされている。

(2) リユース食器システムの実例

使用後のリユース食器をその場で再利用する例（食器洗浄車を利用しない場合）

イベント会場にリユース食器を持ち込み、使用された食器は会場内の既存設備、もしくは特設した設備を用いて洗浄し、その場で再利用する。

メリット 食器をその場で再利用するため、用意する食器の個数が抑えられる。

デメリット 洗浄設備を設置できる環境が必要。また手洗いで洗浄する場合、洗浄のために人手と時間がかかる。

実施例：地域のお祭りなど、小規模～中規模のイベン

ト.

使用後のリユース食器をその場で再利用する例（食器洗浄車を利用する場合）

イベント会場にリユース食器・食器洗浄車を持ち込み、使用された食器は食器洗浄車にて洗浄し、その場で再利用する。

メリット 手洗いに比べて洗浄にかかる時間が短いため、食器洗浄車を利用しない場合よりもさらに食器個数を抑えられる。また洗浄にかかる人手も軽減できる。
デメリット 食器洗浄車を導入できる環境が必要。食器洗浄車の移動による環境負荷が生じる。

実施例：大学の学園祭や野外音楽フェスティバルなど、中規模～大規模のイベント。

使用後のリユース食器をその場で再利用しない例

イベント会場にリユース食器を持ち込み使用するが、洗浄設備は設置せず、使用後の食器の回収のみを行う。回収された食器は後日、貸し出し団体によって洗浄施設にて洗浄され、別のイベントで実施されるリユース食器システムに利用される。

メリット 会場内にて洗浄する必要がなくイベント主催者の負担を軽減できるため、導入が容易。

デメリット 会場内で再利用する場合と比べて、用意する食器の個数が多くなる。

実施例：地域のお祭りなど、小規模～中規模のイベント。山梨のNPO法人「スペースふう」などがこの手法をとっている。

(3) リユース食器システム運営団体の現状

リユース食器ネットワークのネットワーク拠点団体となっている各団体を調べたところ、運営主体が行政である団体、もしくは行政の委託事業として運営されている団体が多くみられた。また民間の団体でも、行政から支援を受けているケースがほとんどであった。またほとんどの団体は環境活動の一部としてリユース食器システムの活動をしており、リユース食器システムをメインに活動をしている団体は現時点ではまだ少数であるといえる。

2005年頃からリユース食器の貸し出しを無料から有料に切り替える団体が多くなってきたが、団体内におけるリユース食器システム単体での採算性を見た場合、行政からの委託料や民間からの支援を除くと、事業単体で採算がとれているケースはほぼない。多くの団体では、ごみ削減の普及啓発活動としての意味合いを重視して活動を行っている。

団体運営の問題点として、貸し出し依頼への対応の限界、食器洗浄車の利用に関する問題、採算性の問題があげられる。

所有するリユース食器・食器洗浄車に限りがあるため、イベントが多く開催される週末や夏休みなど利用が集中する時期では、貸し出し依頼のあったイベント

全てに対応しきれない（先着順などの対応となる）。また、平日は利用が少なく、運営を休んでいる団体もある。特に冬季に関しては、雪の降る地域では食器洗浄車の出勤ができない状態になることがある。

食器洗浄車を利用するためには上下水道・電気等の設備が必要であり、イベント会場となる広場・公園などの状況によっては、依頼があっても利用できない場合がある。また地域によっては飲食物の販売等と同等に、食器洗浄車の使用に関しても衛生面での問題から管轄の保健所によって厳しい条件が設けられており、イベント会場の環境によっては食器洗浄車の使用が許可されない場合もある。

また、リユース食器システムで採算をとれている団体はほぼなく、行政や民間企業からの支援に頼って運営しているのが現状である。将来的に活動を継続・拡大していくためには、安定した収入を得られるシステムにしていく必要がある。

(4) リユース食器システムのCO₂排出量について

本研究では、まず状況によって様々なケースが考えられるリユース食器システムの類型化を行う。その後、各リユース食器システムの環境負荷低減効果を明らかにするため、リユース食器システム内での「リユース食器1つを1回利用する際のCO₂排出量」を比較指標としてLCA評価を行い、各ケースを比較する。CO₂排出量を比較指標とした理由は、リユース食器システムについて食器洗浄車の移動を考慮する際、もっとも影響がある環境負荷項目であるからである。

リユース食器システムを類型化する際の前提条件を、LCA評価を行う際のことでも考慮した上で以下の様に定めた。

・使用するリユース食器は、500mlの飲料用食器とし、提供される飲食物は全て飲料であると仮定する。

・リユース食器は原則として最低でも1回は会場内で洗浄して再利用される。

・食器洗浄車を導入するリユース食器システムについては、食器洗浄車はその貸し出し団体の活動拠点（事務所など）からイベント会場までの距離を往復移動するものとする。また、食器洗浄車はイベント開催期間中の移動をしないものと仮定する（イベントの開催が複数日になる場合、イベント会場に留まる）。

また、システムを以下の類型化項目により類型化する。

リユース食器の貸し出し個数...イベント内で使用（流通）するリユース食器の総数となる。

食器の延べ利用回数...イベント内においての飲食物の提供数となる。この数値を で割ることにより、1つのリユース食器が何回再利用されたかを算出する。

リユース食器の回収率...1度使用されたリユース食器を回収する際の、回収された。未回収分は廃棄した

ものとして扱う。

食器洗淨車導入，食器洗淨機の利用の有無...食器洗淨車を導入するかないか，また食器洗淨機を利用するかないか。

貸し出し団体拠点からイベント会場までの距離...食器洗淨車の移動距離となる。

使えなくなったリユース食器の処分方法...廃棄するかリサイクルするか。

評価のシステム境界（対象範囲）は，食器の製造から，利用され，廃棄にいたるまでを全て含めるように設定した。また，食器洗淨車を導入するケースでは，イベント会場までの車輛の移動，会場での稼働をシステム境界に含めるように設定した。図1に示す。

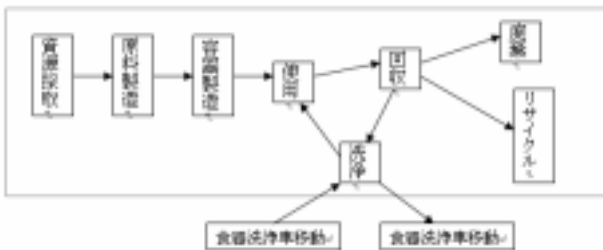


図1 リユース食器システムのシステム境界
リユース食器システムのライフサイクルインベントリを行う際，CO₂ 排出量のデータをリユースカップのLCA と課題³⁾より引用する。

表1 リユース食器のライフサイクルの各過程におけるCO₂ 排出量

行程	CO ₂ 排出量(g)
原油採掘～樹脂製造	92.05
金型の原料採取～原料製造	2.14
金型製造	2.54
樹脂加工	50.00
シール製造	4.35
シール印刷・貼付	1.81
カップ使用(使用～洗淨)	11.66
廃棄(焼却埋め立て)	176.71
廃棄(粉碎)	8.20

リユース食器のインベントリー分析結果は以下の通り。
(リユース食器1個あたりのCO₂ 排出量)

= (食器1個あたりの資源採取，原料製造，容器製造のCO₂ 排出量合計値) + (食器1個あたりの回収時のCO₂ 排出量) + (食器1個が1つのイベント内で洗淨時に排出するCO₂の合計量) + (実質的に食器1個を処分する際のCO₂ 排出量)

= 152.89 (g) + 173.71 (g) × (延べ利用回数) × {1 - (回収率)} ÷ (貸し出し個数) + (1回の洗淨でのCO₂ 排出量) + 173.71 (g) × {1 - (リサイクル率)} + 8.20 (g) × (リサイクル率)

となる。また食器洗淨車を導入する場合のCO₂ 排出量

は，上記の式の結果に

(リユース食器1個あたりの食器洗淨車の移動によるCO₂ 排出量)

= 0.591 (kg- CO₂/km) × (貸し出し団体からイベント会場までの距離:km) × 2 ÷ (貸し出し個数)

で求められた数値を加えれば得ることが可能である。

リユース食器システムのインベントリー分析を行う上での比較対象として，使い捨て食器である紙コップを利用する。紙コップのCO₂ 排出量については，東京大学安井研究室が実施したLCA 分析結果より，紙コップ(17.5g)1個あたりのCO₂ 排出量を99.34g とする。

手洗いの場合の式と食器洗淨車を導入した場合の式の値が同じになるような(貸し出し団体からイベント会場までの距離:km)を求めれば，食器洗淨車を導入したほうがCO₂ 排出量を少なくできる条件ごとの最大移動距離が求まる。

式をたてると，

152.89 (g) + 173.71 (g) × (延べ利用回数) × (回収率) ÷ (貸し出し個数) + (手洗いの場合のCO₂ 排出量) × (食器の延べ利用回数) ÷ (貸し出し個数) + 173.71 (g) × {1 - (リサイクル率)} + 8.20 (g) × (リサイクル率)

= 152.89 (g) + 173.71 (g) × (延べ利用回数) × (回収率) ÷ (貸し出し個数) + (食器洗淨車導入時のCO₂ 排出量) × (食器の延べ利用回数) ÷ (貸し出し個数) + 173.71 (g) × {1 - (リサイクル率)} + 8.20 (g) × (リサイクル率) + 0.591 (kg- CO₂/km) × (貸し出し団体からイベント会場までの距離:km) × 2 ÷ (貸し出し個数)

となり，

(貸し出し団体からイベント会場までの距離:km) = [{116.6 × (食器の延べ利用回数) ÷ (貸し出し個数)} - {11.66 × (食器の延べ利用回数) ÷ (貸し出し個数)}] / 591 / 2 × (貸し出し個数)

= 0.0881817 × (食器の延べ利用回数)

という式が求まる。

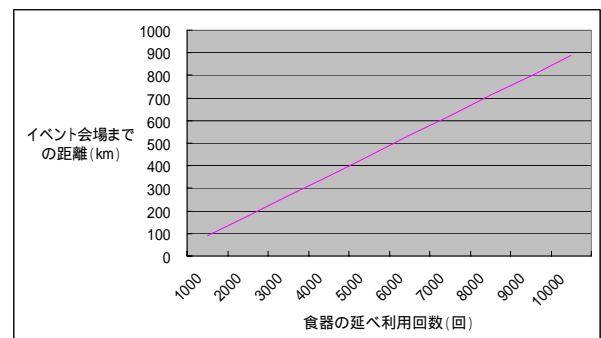


図2 リユース食器の延べ利用回数と食器洗淨車を導入した方がCO₂ 排出量が少なくなるイベント会場までの距離

この結果より、回収率とリサイクル率が100%であると仮定した場合、遠距離で行われる小規模イベントへの導入などをのぞく、現実的なほとんどのケースでCO₂排出量が削減できることがわかった。

食器洗浄車に着目してリユース食器1個あたりのLCAを行った結果、食器回収率・食器廃棄時のリサイクル率がともに100%という理想的な状況であった場合には、一定の貸し出し食器数が保てるイベントであれば、かなりの場合で食器洗浄車を導入することが有効なCO₂排出量削減効果につながることを示された。貸し出し食器数が多ければ、食器洗浄車の移動によるCO₂排出量を多くのリユース食器に分散できるからだと思われる。

(5) リユース食器システムの導入費用について

まず、リユース食器システムの各要素に必要な費用を明確にする。そして違う条件下でシステムごとにどれくらいの導入費用がかかるのかをまとめる。各要素別の必要費用は、リユース食器は例として、NPO法人スペースふうの利用しているポリプロピレン製リユースカップの原価が1個あたり120円である。リユースは平均10回にて廃棄される。他の団体もほぼ同等の食器を使用しているため、本研究ではこの数値を利用する。食器洗浄車に関しては、

NPO法人環境り・ふれんずが使用しているアラエール号を例にとると、食器洗浄車に約680万円。その他、消毒保管庫に約100万円の経費がかかっている²⁾。本研究ではこれを例に、そのほか消耗品も含め、食器洗浄車のインシャルコストに800万円がかかると仮定する。次に1イベントあたりの費用について、項目ごとに述べる。

・リユース食器について

貸し出し団体がリユース食器を準備するのにかかるインシャルコストは

$$(\text{団体保有個数}) \times 120 (\text{円})$$

となるが、それ以降は破棄した分の補填費用が発生すると考えられる。これを1イベントあたりのリユース食器導入にかかる費用と考えれば、

(1イベントあたりでのリユース食器導入にかかる費用)

$$= (1 \text{ イベントでの食器の延べ使用回数}) / 10 (\text{回}) \times 120 (\text{円})$$

としてよい。

・食器洗浄車について

インシャルコストを耐用年数分の総イベント回数で割れば、1イベントあたりの食器洗浄車にかかる費用が算出できる。よって

耐用年数5年と考えた場合は

$$(1 \text{ イベントあたりの食器洗浄車導入費用})$$

$$= 8000000 (\text{円}) / 32 (\text{件}) / 5 (\text{年})$$

$$= 50000 (\text{円})$$

耐用年数10年と考えた場合は、

$$(1 \text{ イベントあたりの食器洗浄車導入費用})$$

$$= 8000000 (\text{円}) / 32 (\text{件}) / 10 (\text{年})$$

$$= 25000 (\text{円})$$

と考えられる。

リユース食器システムの導入費用のほとんどを占めるのはリユース食器にかかる費用であり、中規模クラスのイベントになると20~30万円の費用がかかることがわかる。食器洗浄車の耐用年数10年で、食器の延べ使用回数20000回のイベントに5000個のリユース食器を有料で貸し出したとすると、かかる費用は265000万円となり収支ゼロにするためには1個あたり53円で貸し出さなければならない。紙コップの1個あたりの費用は廃棄代含めて10円程度である³⁾。実際にシステムを利用してもらうためには1個あたり20~25円が限界といわれているので、リユース食器システムの導入費用は現状では高すぎると考えられる。

現状ではリユース食器システムの導入にかかる費用は、高いと言わざるを得ない。安価にシステムを導入するためにはリユースカップの製造原価を下げる、原価を変えずに耐久度をあげる、などの手段をとらなければならない。

(6) 結論

本研究では、リユース食器システムのライフサイクルに食器洗浄車の利用を考慮してLCAを行った。数式を出すことにより、食器洗浄車の移動距離に応じてCO₂排出量を計算することが可能になり、結果として、食器回収率・食器廃棄時のリサイクル率がともに100%という理想的な状況であった場合には、遠距離で行われる小規模イベントへの導入などの非現実的なケースを除けば、ほとんどのケースで食器洗浄車を導入することが有効なCO₂排出量削減効果につながることを示された。また、イベント内でのリユース回数が多ければ食器回収率が多少低くても、ある程度十分なCO₂排出量低減効果が見込めることも同時にわかった。

(7) 今後の課題

- ・ CO₂排出量の計算の精度を上げるには、本研究のものとは異なる様々な実測データを用いて分析が行われ、その結果を比較することが望まれる。
- ・ 車の燃費は技術革新がめざましい故、短い期間で再度同等のLCAを行うべきである。
- ・ 本研究のリユース食器システムの導入にかかる費用の算出は、食器洗浄車に関する値を推測値で算出したため、今後正確な数値が公表された場合、その数値によって再度算出しなおすべきである。

The study of compare the CO2 discharge and the cost among dish reuse system

-Focus attention on the condition and with or without
the vehicle equipped with dishwasher-

Kanaya Laboratory, 0312004 Ryo Umekawa

1. Background

A musical concert and the open-air festival are often held at all part in recent years, but when putting such event into effect, the disposable tableware used for sale of foods and drinks is a great deal of trash. And that is a big problem. So without using disposable tableware recently, the introduction of dish reuse system is being the mainstream. When introducing a dish reuse system, to carry out a washing of reuse tableware efficiently, the vehicle equipped with dishwasher is sometimes used. But it's the current state that it isn't done clearly result in differences of the CO2 discharge and put the system to expense, for the condition and with or without the vehicle equipped with dishwasher.

2. Purpose

It cleared up that the introduction of suitable dish reuse system get to the best result in the environmental load and the cost. This research will be the index which will think whether it'll be efficient environment activity in a face of a cost and the effect when by what kind of condition doing introduce a dish reuse system for an event organizer.

3. Method

- 1) The current state of the dish reuse system is investigated.
- 2) The typification item of the dish reuse system is established.
- 3) CO2 reduction effect of the dish reuse system is compared under the various conditions.
- 4) A cost which affects reuse tableware introduction of the system is compared under the various conditions.
- 5) From result 3) and 4), I show it's most suitable to introduce what kind of system.

4. Result

In most cases, it was shown that it led to an effective CO2 discharge reduction effect to introduce the vehicle equipped with dishwasher.

If a tableware recovery was a little low if there was much reuse number of times in the event, it was shown what enough CO2 discharge reduction effects to some extent.