

平成 16 年度 効果検証に関する評価事業調査
(市区町村等における分別収集・選別保管費用に関する調査)
中間報告(その 2)

収集作業における作業効率及び単価についての分析

「平成 16 年度 効果検証に関する評価事業調査」においては、市区町村における分別収集・選別保管費用の実態把握に努めることを目的として調査を実施したところであるが、本調査においては、さらに、把握できた分別収集費用の実態をもとに、ペットボトルとプラスチック製容器包装に関する収集作業における作業効率等について、その決定要因に関する分析を行った。

以下は、その分析結果の概要につき、中間報告(その 2)として整理したものである。

平成 17 年 5 月

環境省 廃棄物・リサイクル対策部

収集作業における作業効率及び単価についての分析

1. 直営収集における作業効率の分析

直営収集における作業効率（一人の作業員が一時間に収集する資源量（t/時・人））は、各市区町村の地理的条件や作業形態によって変動すると考えられる。そこで、「直営収集における作業効率」に影響を及ぼすと思われる因子を用いて、ペットボトルとプラスチック製容器包装に関する収集作業における作業効率の分析を行った。

分析手法

「直営収集における作業効率」を被説明変数、以下の～の変数を説明変数として重回帰分析を行った。

重回帰分析とは、一つの変数を複数の変数で予測する統計学的手法の一つである。

すなわち、各市区町村の作業効率をいくつかの変数で構成される式（多項式）で表現することを試みた。

地域（ダミー変数）
人口（人）
可住地面積（km²）
人口密度（人/km²）
道路の混雑度（-）
年間雪日数（日/年）
一人あたり資源排出量（kg/年・人）
積載形態（単独品目のみ、複数品目混載）（ダミー変数）
一回あたり積載量（t/回）
積載効率（一回あたり積載量÷最大積載量）（-）
収集車両の最大積載量（t/台）
収集車両一台あたりの乗車人数（人/台）（ダミー変数）
収集箇所数（箇所）

注）上記変数の出典および定義は以下のとおり。

地域：北海道・東北・北信越・関東・中部・関西、中国・四国・九州・沖縄の3つに分類

人口：住民基本台帳（平成15年3月31日現在）

可住地面積：総務省統計局「統計でみる市区町村のすがた2004」

人口密度：人口÷可住地面積

道路の混雑度：国土交通省道路局「平成11年道路交通センサス」

混雑度 = 交通量（台/12h）/交通容量（台/12h）

ただし、データは都道府県単位

年間雪日数：総務省統計局「統計でみる市区町村のすがた2004」

ただし、データは都道府県単位

～：市区町村を対象とした実態調査（アンケート調査）の回答

ダミー変数

例えば、身長や体重といったデータは、様々な値をとり得る量的変数である。一方、性別（男・女）や血液型（A、B、O、AB）などは質的変数である。回帰分析を行うにあたり、これらの質的変数はコード化することによって、他の量的変数と同様に扱うことが可能になる。このコード化した変数をダミー変数と呼ぶ。本分析では、「地域」、「積載形態」、および「一台あたりの乗車人数」の3つについて、ダミー変数を用いている。

(1) 変数の独立性の確認

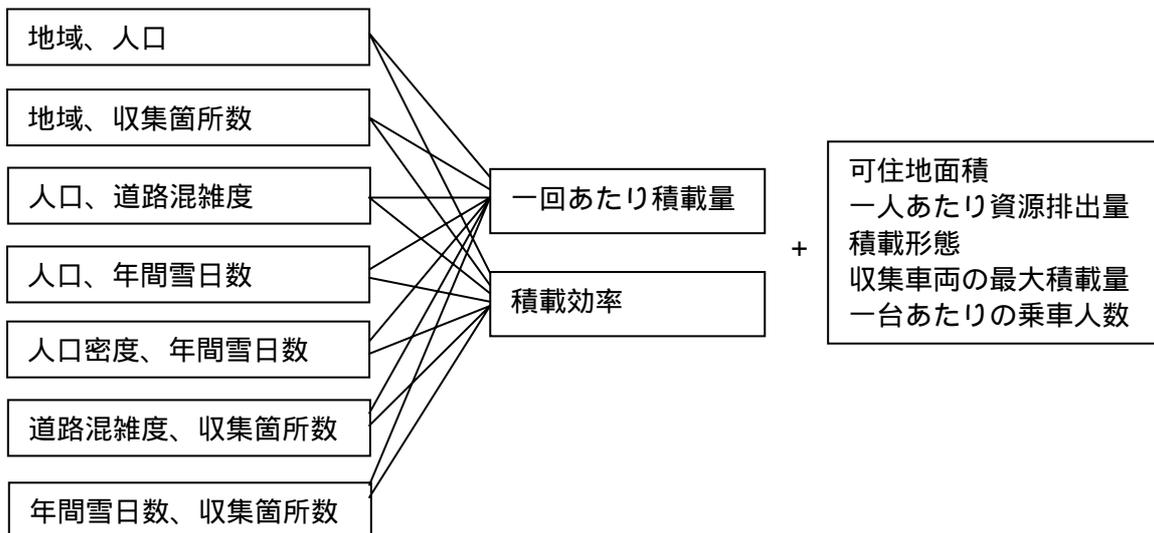
作業効率を表現する式においては、それぞれの変数が独立の関係である必要がある。そこで、まず、～ の変数の相関係数を算出した。

その結果、以下の変数は相互に関係があることが認められた。

- ・ 地域 人口密度、道路混雑度、年間雪日数
- ・ 人口 人口密度、収集箇所数
- ・ 人口密度 道路混雑度、収集箇所数
- ・ 道路混雑度 年間雪日数
- ・ 一回あたり積載量 積載効率

(2) 重回帰分析

重回帰分析において、相関関係がある変数については、どちらか一方のみを説明変数として利用する。したがって、作業効率の説明変数の組み合わせを以下のように設定し、重回帰分析を行った。



なお、説明変数の組み合わせは計 14 通りが考えられ全てを分析したが、ここでは、その中で最も決定係数が高くなった結果および、その結果を基に有意な説明変数のみを用いて分析を行った結果を示す。（算出結果：ペットボトル P 6、プラスチック製容器包装 P 7）

(3) 結論

考えられ得る変数を用いて作業効率の重回帰分析を行った結果、作業効率の説明変数としては、『一回あたりの積載量』もしくは『積載効率』が有意であることが分かった。

ただし、いずれの回帰式においても、決定係数（補正 R2）の値が低く、回帰式で説明できない部分がかかりの程度を占めていることになる。すなわち、本調査で実施した実態把握の結果及び既存の統計データで説明ができる作業効率の変動はわずかである。この理由としては、以下の点が考えられる。

市区町村固有の事情

- ・ 各市区町村における収集計画は、様々な政策的意図に基づき策定されている。例えば、作業上の安全性を重視し、監視作業員を配置している場合や、高齢者対策として一部の世帯に対して特別な収集サービスを提供している場合、収集作業と同時にステーションの清掃を行う場合、品目毎の分別を行いながら積載する場合など、様々である。
- ・ このような、個別市区町村ごとの環境対策や雇用対策、福祉対策などの定量的に測定できない取組が、作業効率に影響を与えている可能性が高い。
- ・ すなわち、上記の分析で求めた回帰式で説明できない部分については、これらの市区町村固有の様々な事情が関係しているものと考えられる。

統計データの制約

- ・ (1) で挙げた説明変数のうち、道路の混雑度および年間雪日数については、市区町村レベルの統計データがなかったため、都道府県レベルのデータを利用している（同一の県に属す市区町村は、全て同じ値を適用）。
- ・ このように、作業効率に影響を与えていると考えられる要因であっても、市区町村レベルでのデータが利用できない場合がある。

このように、「市区町村固有の事情」の内容は市区町村毎に異なり、「事情」の種類も上記のように多岐にわたっている。このことは、個々の市区町村毎に作業効率の要因分析を行うことは可能であるが、そこで得た要因等を他の市区町村に転用したり、全国の市区町村を統一の要因によって説明したりすることはできないことを意味している。

したがって、これらのデータを用いて、全国の市区町村における作業効率を統一の式で表現することは適当ではないと言える。

2 . 収集単価の分析

「収集単価」についても、単価に影響を及ぼすと思われる因子を用いて、「直営収集における作業効率」と同様の手順で、ペットボトルとプラスチック製容器包装に関する収集単価の分析を行った。

分析手法

収集単価を被説明変数、以下の ~ の変数を説明変数として重回帰分析を行った。

すなわち、各市区町村の収集単価を複数の変数で構成される式（多項式）で表現することを試みた。

地域（ダミー変数）
人口（人）
可住地面積（ km^2 ）
人口密度（人/ km^2 ）
道路の混雑度（-）
年間雪日数（日/年）
一人あたり資源排出量（ $\text{kg}/\text{年}\cdot\text{人}$ ）
作業形態（直営もしくは委託）（ダミー変数）

注）上記変数の出典および定義は以下のとおり。

地域：北海道・東北・北信越・関東・中部・関西、中国・四国・九州・沖縄の3つに分類

人口：住民基本台帳（平成15年3月31日 現在）

可住地面積：総務省統計局「統計でみる市区町村のすがた2004」

人口密度：人口 \div 可住地面積

道路の混雑度：国土交通省道路局「平成11年道路交通センサス」

混雑度 = 交通量（台/12h）/交通容量（台/12h）

ただし、データは都道府県単位

年間雪日数：総務省統計局「統計でみる市区町村のすがた2004」

ただし、データは都道府県単位

~ ：市区町村を対象とした実態調査（アンケート調査）の回答

(1) 変数の独立性の確認

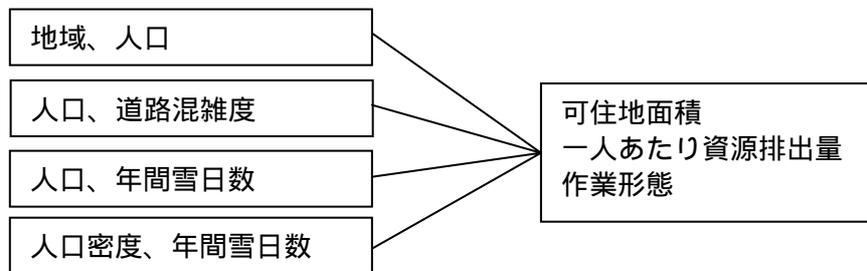
収集単価を表現する多項式においては、各変数が独立の関係である必要がある。そこで、まず、～ の変数の相関係数を算出した。

その結果、以下の変数は相互に関係があることが認められた。

- ・ 地域 人口密度、道路混雑度、年間雪日数
- ・ 人口 人口密度
- ・ 人口密度 道路混雑度
- ・ 道路混雑度 年間雪日数

(2) 重回帰分析

相関関係がある変数については、どちらか一方のみを説明変数として利用する。したがって、収集単価の説明変数の組合せを以下のように設定した。



なお、説明変数の組み合わせは計4通りが考えられるが、ここでは、その中で最も決定係数が高くなった結果および、その結果を基に有意な説明変数のみを用いて分析を行った結果を示す。

(算出結果：ペットボトルP 8、プラスチック製容器包装P 9)。

(3) 結論

考えられ得る変数を用いて収集単価の重回帰分析を行った結果、収集単価の説明変数として、ペットボトルについては『可住地面積』、『一人あたり資源排出量』および『作業形態(直営か委託か)』が、プラスチック製容器包装については『一人あたり資源排出量』と『作業形態』が有意な変数であることが分かった。

しかし、ペットボトルおよびプラスチック製容器包装のいずれについても、回帰式の決定係数(R²)の値が0.1以下であり、回帰式で説明できない部分が大部分を占めている。

このことから、これらのデータを用いて、全国の市区町村における収集単価を統一の式で表現することは適当ではないと言える。

1. 直営収集における作業効率の分析

< ペットボトル >

作業効率の重回帰分析結果

観測値の数	66	R2	0.28
		補正 R2	0.16

	t 値
LOG(人口密度)(人/km ²)	-1.13
LOG(可住地面積)(Km ²)	-1.12
LOG(雪日数)(日/年)	-1.05
LOG(一人あたり資源排出量)(kg/年/人)	1.34
積載形態	0.41
一回あたり積載量(t/回)	2.97
収集車両の最大積載量(t/台)	0.67
一台あたりの乗車人数 (人/台)	1.89
一台あたりの乗車人数 (人/台)	0.55

作業効率の重回帰分析結果

観測値の数	134	R2	0.14
		補正 R2	0.14

	t 値
一回あたり積載量(t/回)	4.70

R2 (決定係数)

被説明変数の変動のうち、回帰式で説明のつく変動の割合を示す指標であり、R2の値が1に近いほど、回帰式に当てはまる割合が高いと言える。

t 値

被説明変数を説明する上での貢献度を示す指標であり、絶対値の大小によって、係数の有意性を判断することができる。有意でない変数は、被説明変数を説明する上で不要な変数と言える。

積載形態に係るダミー変数

単独品目で積載：0、複数品目の混合積載：1

一台あたりの乗車人数に係るダミー変数

2人未満：一台あたりの乗車人数 = 0、一台あたりの乗車人数 = 1
 2人：一台あたりの乗車人数 = 1、一台あたりの乗車人数 = 0
 2人超：一台あたりの乗車人数 = 0、一台あたりの乗車人数 = 0

< プラスチック製容器包装 >

作業効率の重回帰分析結果

観測値の数	22	R2	0.68
		補正 R2	0.45

	t 値
LOG(人口密度)(人/km ²)	0.78
LOG(雪日数)(日/年)	-0.98
LOG(可住地面積)(Km ²)	0.30
LOG(一人あたり資源排出量)(kg/年/人)	-0.17
積載形態	0.34
積載効率(-)	2.60
収集車両の最大積載量(t/台)	-1.41
一台あたりの乗車人数 (人/台)	-0.71
一台あたりの乗車人数 (人/台)	1.16

作業効率の重回帰分析結果

観測値の数	51	R2	0.13
		補正 R2	0.11

	t 値
積載効率(-)	2.66

R2 (決定係数)

被説明変数の変動のうち、回帰式で説明のつく変動の割合を示す指標であり、R2 の値が 1 に近いほど、回帰式に当てはまる割合が高いと言える。

t 値

被説明変数を説明する上での貢献度を示す指標であり、絶対値の大小によって、係数の有意性を判断することができる。有意でない変数は、被説明変数を説明する上で不要な変数と言える。

積載形態に係るダミー変数

単独品目で積載：0、複数品目の混合積載：1

一台あたりの乗車人数に係るダミー変数

2人未満：一台あたりの乗車人数 = 0、一台あたりの乗車人数 = 1
 2人：一台あたりの乗車人数 = 1、一台あたりの乗車人数 = 0
 2人超：一台あたりの乗車人数 = 0、一台あたりの乗車人数 = 0

2. 収集単価の分析

< ペットボトル >

収集単価の重回帰分析結果

観測値の数	432	R2	007
		補正 R2	0.06

	t 値
LOG(人口密度)(人/km2)	-0.72
LOG(雪日数)(日/年)	-0.44
LOG(可住地面積)(Km2)	-2.55
LOG(一人あたり資源排出量)(kg/年/人)	-2.42
作業形態	-3.83

収集単価の重回帰分析結果

観測値の数	439	R2	0.07
		補正 R2	0.06

	t 値
LOG(可住地面積)(Km2)	-2.43
LOG(一人あたり資源排出量)(kg/年/人)	-2.64
作業形態	-3.88

R2 (決定係数)

被説明変数の変動のうち、回帰式で説明のつく変動の割合を示す指標であり、R2の値が1に近いほど、回帰式に当てはまる割合が高いと言える。

t 値

被説明変数を説明する上での貢献度を示す指標であり、絶対値の大小によって、係数の有意性を判断することができる。有意でない変数は、被説明変数を説明する上で不要な変数と言える。

作業形態に係るダミー変数

直営収集：0、委託収集：1

< プラスチック製容器包装 >

収集単価の重回帰分析結果

観測値の数	254	R2	0.13
		補正 R2	0.11

	t 値
地域A	-0.27
地域B	1.81
LOG(人口)(人)	-1.72
LOG(可住地面積)(Km2)	0.27
LOG(一人あたり資源排出量)(kg/年/人)	-3.90
作業形態	-3.43

収集単価の重回帰分析結果

観測値の数	276	R2	0.05
		補正 R2	0.05

	t 値
LOG(一人あたり資源排出量)(kg/年/人)	-3.81
作業形態	-3.43

R2 (決定係数)

被説明変数の変動のうち、回帰式で説明のつく変動の割合を示す指標であり、R2 の値が 1 に近いほど、回帰式に当てはまる割合が高いと言える。

t 値

被説明変数を説明する上での貢献度を示す指標であり、絶対値の大小によって、係数の有意性を判断することができる。有意でない変数は、被説明変数を説明する上で不要な変数と言える。

地域に係るダミー変数

北海道、東北、北信越 : 地域 A = 0、地域 B = 1
 関東、中部、関西 : 地域 A = 1、地域 B = 0
 中国、四国、九州、沖縄 : 地域 A = 0、地域 B = 0

作業形態に係るダミー変数

直営収集 : 0、委託収集 : 1

平成16年度「効果検証に関する評価事業」に係る検討会 委員名簿

(五十音順、敬称略、 は委員長)

柏市環境部クリーン推進課 課長	秋山 正晴
神戸大学大学院経済学研究科 教授	石川 雅紀
(社)全国清涼飲料工業会 専務理事	大平 惇
札幌市環境局環境計画部計画課 課長	斎藤 進
(社)全国都市清掃会議 調査普及部長	庄司 元
目黒区健康福祉部保育課長 / 元気なごみ仲間の会 総務	白鳥 千恵子
プラスチック容器包装リサイクル推進協議会 事務局長	滝田 靖彦
PET ボトル協議会 / PET ボトルリサイクル推進協議会 事務局長	新美 宏二
東京富士大学経営学部 専任講師	宮本 はるみ
京都府立大学人間環境学部環境デザイン学科 講師	山川 肇