

社会経済的要因が都市廃棄物排出原単位に及ぼす影響の統計分析手法に関する考察

(正)○渡辺浩平
帝京大学

ごみ発生原単位と社会経済的指標との関係については30年以上前から研究がなされている(例:Wertz 1976)。これらの研究は地域によるごみ発生原単位の差を説明しようとするものである。その結果はごみ発生量の予測や、異なった社会経済的条件の下でのごみ政策の有効性の評価をするために用いられてきた(例:Yamakawaら2002)。しかし分析結果が一見お互い矛盾するような場合もある。結果が安定しない理由として、ごみ統計の数値の信頼性の問題(渡辺2004)や、重回帰における独立変数の選択が不適切である(松藤ら1993)ことがあげられている。本報告では住民の平均所得を例に、統計手法によって相反する結果が出る場合もあることを示す。またこれへの対処方法を提案する。

社会経済指標の中でも所得がごみ排出量に与える影響は多くの研究例で取り上げられている。ならんで多く取り上げられている[世帯あたり人数]に関しては、どの研究例でも負の相関が示されている。それに対して所得に関しては結果は一様ではない。その例を[表1]に示す。正の相関への仮説としては、所得の増加が消費の増加につながり、廃棄物排出量も増えるということが指摘されている(笹尾2000)。一方で負の相関への仮説として、裕福な世帯のほうが外食することが多く台所ごみが減る、潜在的な廃棄物をストックするスペースに余裕がある、環境意識が高く減量努力や市収集以外のリサイクルルートを用いたりする、といったことも指摘されている(Jenkins 1993)。

[表 1 市町村単位のデータをもとに分析した、平均所得がごみ量に及ぼす影響] (無: 有意でない)

正	Wertz(1976) 寺島ら(1990:43 市町村 x8 年度) Jenkins(1993:9 市町村 x60 ヶ月) 笹尾(2000:全都市/工業都市)
無	Hockett ら(1995) 笹尾(2000 商業都市) 北畠ら(1981: 係数は負)
負	Cargo(1978), 笹尾(2000:農業都市) Yamakawa ら(2002)

既存研究の多くは、特定年度の市町村単位のごみ統計と社会経済指標のクロスセクション分析を行ったものである(寺島ら1990とJenkins1993を除く)。クロスセクション分析は多様な計測単位を対象とするため、同一の計測単位の時系列分析に比べて統計的な課題が多いとされている(Gujarati 1995)。そのひとつが不等分散(heteroskedasticity)の問題である。市町村を単位とする場合、人口規模のレンジの広さとその偏りが不等分散をひき起こす。日本においては東京区部(812万人)と東京都青ヶ島村(200人)のレンジがあり、市町村は人口規模レンジの低いほうに集中して分布しており、多くの変数に関して人口規模が小さい区間での分散が大きい。多くの統計的問題は漸近性がありサンプル数を多く取ることにより解消するが、不等分散の問題はそれでは解消しない。

分散が各個人に由来すると仮定し、平均値を取る際の集団の大きさの差によって不等分散が生じるとするならば、人口をウェイトとした重み付け最小2乗法(WLS)を用いるのが不等分散問題のスタンダードな回避方法とされている。笹尾(2000)はまさにその方法を用いている。

一方で分散が各個人に由来するのではなく、各市町村の計量精度や政策特性に由来するものだと仮定することもできる。小規模の自治体のほうが搬入台数をベースにした「清掃トン」など誤差の大きい測定方法を用いている可能性が高く、また受け入れる(統計に算入されている)廃棄物の基準に関してもバラツキが大きい。この場合、不等分散は各市町村の人口規模と関連はあるが、ウェイト変数が人口の値そのものでなければならぬ理由はない。Park and Glejserの方法を適用して人口規模とごみ量の関係における不等分散の状況を見たところ、通常の最小2乗法(OLS)では強い不等分散があり、残差2乗和の分布を一様にするには人口の0.5乗程度が最適なウェイトであることがわかった(ただし0.5乗であるべきという理論的根拠はなく、また他の独立変数が導入された場合の影響はわからない。トラックスケール値なのか清掃トンなのかといったダミー変数をウェイトに用いるという方法もあるだろう)。

[連絡先]〒192-0395 八王子市大塚359 帝京大学八王子キャンパス 渡辺浩平

[キーワード]ごみ収集量、社会経済的要因、統計分析、不等分散、WLS

ここではOLSのほか、ウェイト変数として人口の値そのもの(WLSrawP)、人口の対数(WLSlogP)、人口の平方根(WLSsqrP)の3通りを適用してごみ排出量に関して重回帰分析を行った。

被説明変数は1992年と2003年の環境省廃棄物処理事業実態調査統計での総排出量と集団回収量の和(自家処理は含まず)を人口で割ったひとり当たりのごみ排出量、独立変数としては表に示す物を用いた。いずれも[表1]など多くの研究で要因として取り上げられてきた指標である。結果を以下に示す。

[表 2 : 1992 Standardised coefficients (beta), Student's t, and Adjusted R squared]

Weight	OLS		WLSrawP		WLSlogP		WLSsqrP	
	beta	t	beta	t	beta	t	beta	t
LogPop	0.208	9.548	0.429	18.220	0.224	10.218	0.312	13.714
PopDen	-0.139	-6.654	-	-	-0.150	-7.166	-0.155	-8.155
Income	0.165	6.384	-0.283	-14.282	0.146	5.553	-	-
InvP/hh	0.340	19.985	0.395	19.746	0.344	20.184	0.365	20.440
1ind%	-0.063	-2.664	-0.186	-9.826	-0.080	-3.403	-0.158	-7.666
Popdiff	-0.113	-5.701	-0.076	-5.612	-0.121	-6.255	-0.125	-7.649
Adj R ²	0.210		0.545		0.232		0.353	

Stepwise - Criteria based on probability of F, <=.050 to enter, >=.100 to remove

[表 3 : 2003 Standardised coefficients (beta), Student's t, and Adjusted R squared]

Weight	OLS		WLSrawP		WLSlogP		WLSsqrP	
	beta	t	beta	t	beta	t	beta	t
LogPop	0.189	8.090	0.336	11.219	0.191	7.977	0.233	8.825
PopDen	-0.100	-4.526	-0.165	-6.800	-0.107	-4.778	-0.133	-6.105
Income	0.111	4.731	-0.222	-9.240	0.100	4.178	-	-
InvP/hh	0.164	8.676	0.207	8.325	0.158	8.377	0.160	7.914
1ind%	-0.141	-6.400	-0.262	-12.668	-0.151	-6.752	-0.209	-9.710
Popdiff	-0.041	-2.093	-	-	-0.044	-2.230	-0.040	-2.183
day/night	0.132	7.193	0.164	11.441	0.135	7.373	0.145	7.991
Adj R ²	0.159		0.375		0.167		0.209	

Stepwise - Criteria based on probability of F, <=.050 to enter, >=.100 to remove

[表 4 : 変数略号の説明]

被説明変数	1人当たりごみ排出量	廃棄物処理事業実態調査による。集団回収含む/自家処理含まず
LogPop	人口の対数値	住民基本台帳人口
PopDen	人口密度	上記人口/面積
Income	平均所得	課税対象所得(「市町村税課税状況等の調」)/人口(当該年度住基)
InvP/hh	平均世帯人員の逆数	直近の国勢調査 世帯数/人口
1ind%	第一次産業就業者比率	国勢調査 第1次産業就業者数/各産業大分類就業者数の和
Popdiff	人口増減率	国勢調査 (直前回人口-直近前回人口)/直近前回人口
day/night	昼間人口率	国勢調査による

所得がごみの量に及ぼす影響をみると、1992年でも2003年でもOLSでは正に、WLSrawPでは負に、WLSsqrPでは有意でない、となっている。既存研究において所得とごみ量に関して一定の結論となっていないのは、他の要素に加えてごみデータが統計手法によって結果がかわりやすい性質を持っているためではないかと考えられる。このように、市町村を単位とした分析では不等分散の問題は不可避であり、またそれへの対処手法に関して分析結果が敏感(不安定)である。ただしOLSとWLSによって結果が違いどちらを採用すべきか、という問題はごみデータの分析に特異的に出現するわけではない(例Sala-i-Martin 2004)。

ごみの量がどのようなファクターによって影響されるかを考えた場合、個人、世帯、近隣、市町村、と

いった様々な段階での影響が考えられる。市町村のごみ処理システムの評価のためには市町村単位での統計分析が妥当であると考えられるが、その他の要因の影響を見るのに市町村が必ずしも適した分析単位だとは限らない。例えば収入に関しても住居形態に関しても市町村単位ではさまざまな社会経済的特性を持った地域を寄せ集めた排出量をもとに分析することになってしまうため、各々の指標の影響を抽出するのが困難となる。収入に関しては、例えば世界の国々における収入と寿命の関係を調べる場合には国単位の平均収入で見ることに意味がある。病院や健康保険のシステムは個人で維持できるものではなく、社会としての豊かさが個人の健康維持におよぼす影響が大きいからである。しかしごみの排出量に関してはむしろ個人あるいは世帯レベルでの影響に関心があるだろう。

市町村よりも細かい単位での分析へのアプローチとしては、パネル世帯を選定しそこからの排出を計測するという方法もあるが、多くのサンプルを得るのが困難であるし(Parfittら1994)、調査対象であるという自覚が排出行動に影響をおよぼす可能性がある。一方で追加的な調査をしなくても入手できる詳細単位の排出量データとして、各収集車の処理施設への搬入データがある。それと各搬入の収集区域の地域特性(国勢調査の町丁データなどが利用できる)を突き合わせることによって分析することが可能である。毎搬入の収集区域人口はほぼ一定の範囲におさまるので不等分散の問題も回避できるであろう。

社会経済的要因がごみ排出量にどのような影響を及ぼすかについてはこのように市町村よりも小さい単位での分析が有効であると考えられる。このような分析結果をもとに、異なった社会経済的条件の下での影響をコントロールした上で市町村単位でのごみ政策の効果を評価することができる。

Gujarati, D.(1995) Basic Econometrics - third edition, McGraw-Hill

Hockett, D.ら(1995) "Determinants of per capita municipal solid waste generation in the Southeastern United States" *Journal of Environmental Management*, Vol.45 pp.205-217 Academic Press

Jenkins, R.(1993) *The economics of solid waste reduction: the impact of user fees*, Edward Edgar

北畠ら(1981)「家計の購入廃棄行動に関する実証的研究」*地域学研究* Vol.11 pp.185-200

松藤ら(1993)都市ごみ管理のための廃棄物統計改良に関する研究 *廃棄物学会論文誌* Vol.4 No.1 pp. 10-18

Parfitt, J.ら(1994) "Socio-economic variables in household waste modelling: two case studies" CSERGE waste management working paper 94-02 (Cargo D.(1978)の研究紹介のほか、市町村以下の単位の分析方法を考察)

Sala-i-Martin X.(2004) "Global economic inequality: more or less equal?" *The Economist* 11 Mar 2004

笹尾(2000)「廃棄物処理有料化と分別回収の地域的影響を考慮した廃棄物減量効果に関する分析」*廃棄物学会論文誌* Vol.11(1) pp.1-10

寺島ら(1990)「市町村のごみ発生原単位と社会経済特性との関係」*環境技術* Vol.19(2) pp.131-137

渡辺(2004)「都市廃棄物統計の整合性とごみゼロコンセプト」*廃棄物学会研究発表会論文集* Vol.15 pp.271-

Wertz, K.(1976) "Economic factors influencing households' production of refuse" *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol.2 pp.263-272

Yamakawa, H.ら(2002) "Waste reduction through variable charging programs: Its sustainability and contributing factors" *Journal of Material Cycles and Waste Management Research*, Vol.4(2) pp.77-86 Springer Verlag