

家計消費支出に基づいたファジィ群を考慮した ゴミと CO₂ 排出の要因分析に関する研究

環境省*

内木 昭太

信州大学**

高瀬 達夫

信州大学**

小山 健

Shota Naiki ,Yuki Fujikawa ,Ken Koyama

ゴミの分別収集が長野市でも本格的に行われ始めてから、その処理能力的には進歩を遂げたものの、ゴミの発生量は増加の一途をたどり、大量のゴミ・廃棄物が発生し廃棄場所の不足や不法投棄といった事態が大きな社会問題となってきた。一方、温室効果ガスの排出問題については、1997 年に開催された地球温暖化防止京都会議（COP3）を機に、地球温暖化防止の視点から、二酸化炭素を中心とする温暖化ガスの排出抑制について住民の意識レベルが高まりつつある今、地域レベルから現状を認識し、発生の要因を探ると共に解決策を考えていくことが重要である。

そこで、本研究では長野市を対象として、ゴミと CO₂ 排出の共通要因である家計消費支出を用いた、可能性回帰分析によってゴミ排出量予測モデル式を求めた。さらにファジィ数量化Ⅰ類を用いゴミおよびその処理する際に発生する CO₂ の排出要因の分析を行うとともに、要因分析の結果を反映させたゴミ排出量の可能性回帰分析についても解析を行い精度の高い実用的な可燃ゴミの排出量予測式を求めることができた。

【キーワード】可能性回帰分析、ファジィ群、ゴミと CO₂ 排出量予測、家計消費支出

1. まえがき

現在わが国の一般廃棄物の量は産業廃棄物を除いた量で年間5千万トンに達するとされる。長野市においても H3 年 8 月以来燃えるものは燃やし、H5 年から分別収集によりリサイクルを行い、不燃物は埋立て処理しているが、埋め立て量には限度がある。

本研究では、家計消費支出という経済指標に着目し、長野市を対象とした、ゴミ排出量を可能性回帰分析で行なうとともに、ファジィ数量化Ⅰ類による、ゴミ排出要因と CO₂ 排出要因の分析を行った。可能性回帰分析は目的変数の実測値とモデル値の差は説明変数の持つ曖昧さに起因するという前提に基づいている¹⁾。その際、ゴミの分別収集の程度(曖昧さ)が可燃ゴミ排出と CO₂ 排出に影響を及ぼしているの

ではないかと考え、ゴミの分別収集の程度をファジィ群として用いた。また、ファジィ偏相関係数を求めることで、どの要因がどれだけ可燃ゴミ排出量と廃棄過程 CO₂ 排出量に関わりを持っているかを数値で示した。

さらに最後に、この要因分析の結果を反映させた場合のゴミ排出量予測式についての解析を行った。

2. 可能性回帰分析によるゴミ排出量の予測

(1) 可能性回帰分析 定式化¹⁾⁻³⁾

ゴミの排出量 Y を表わす線形関数を

$$Y = A_0 + A_1x_1 + \cdots + A_nx_n \quad (1)$$

とすると、ファジィ係数 $A_i = (a_i, c_i)$ を求める問題は、以下のようなになる。

*環境省自然環境局新宿御苑管理事務所 03(3550)0151

**信州大学工学部環境都市工学科 026(269)5307

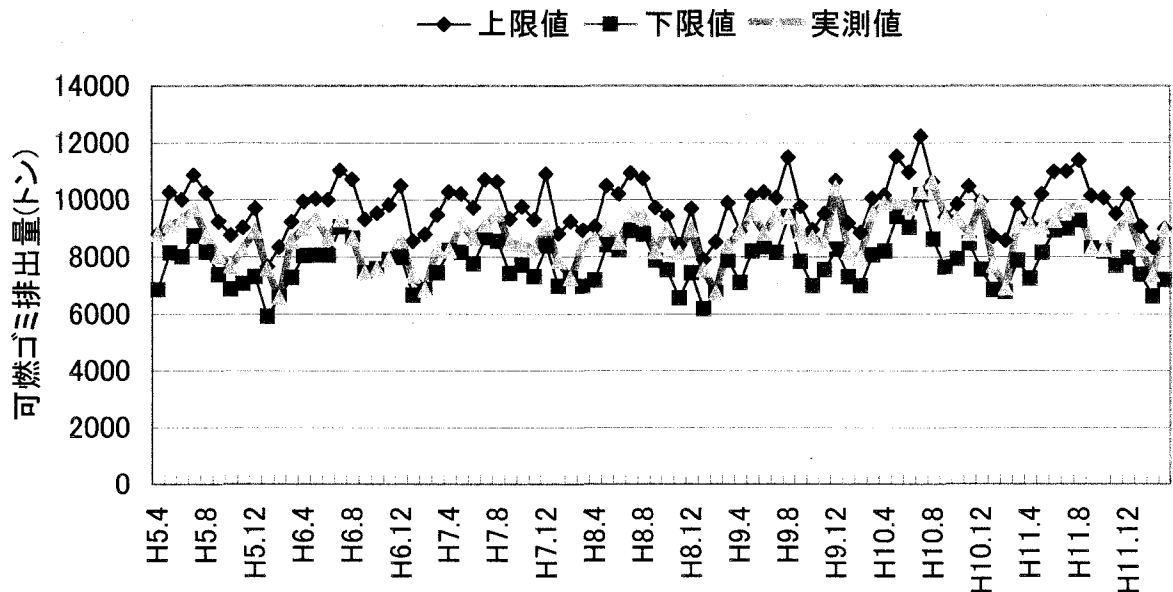


図-1 可燃ゴミ排出量の推定区間

$$\left. \begin{array}{l} \min \sum_{i=1}^n c|x_i| = J(c) \\ \text{subject to} \quad \left. \begin{array}{l} y_i \leq \alpha x_i + (1-h)c|x_i| \\ y_i \geq \alpha x_i - (1-h)c|x_i| \end{array} \right\} \end{array} \right\} \quad (2)$$

ここで、 $\alpha=(a_1, \dots, a_n)^t$, $c=(c_1, \dots, c_n)^t$ である。

普通に可能性回帰分析を行うと、いくつかの説明変数だけに幅が生じ³⁾、これでは係数の幅が目的変数を推定するときの説明変数がもつ曖昧さを表わしているとはいえない。

そこで、目的変数に重みをつけることで、以下のような式(2)の改善を行う²⁾。

$$Z = \max\{c_1/W_1, \dots, c_n/W_n\} \rightarrow \text{最小化} \quad (3)$$

重み W_i は通常の可能性回帰分析のファジィ係数 A_i の大きさに比例して与えられるものとする。

(2) ゴミ排出量予測式の導出^{2),3),7)}

目的変数(Y)として可燃ゴミの排出量を設定した。説明変数には、長野市の一世帯1ヶ月間あたりの消費支出15項目で、表-1にその各項目を示す。データは、長野市における平成5年4月～平成12年3月の7年度分84個を用いた。これらの項目は、長野市で統計的に利用可能な統計データとして揃っていることと、変数選択としての多重共線性の問題をクリアし、さらに変数増加法、減少法、増減法による

表-1 説明変数

(長野市の全世帯平均1ヶ月間の消費支出)

X ₁	住居費	X ₆	肉類	X ₁₁	菓子類
X ₂	水道・光熱費	X ₇	乳卵類	X ₁₂	調理食品
X ₃	家具用品	X ₈	野菜・海草	X ₁₃	飲料
X ₄	穀類	X ₉	果物	X ₁₄	酒類
X ₅	魚介類	X ₁₀	油脂・調味料	X ₁₅	外食

3種類の変数選択によって重相関係数が、0.905(修正済 0.871を含む)と得られると共に、赤池のAIC=3496で最大として得られている項目である。

項目を代表として調べた場合、特に「食料」の項目(X₄～X₁₅)が重要な説明変数であった。

いま $h=0.2$ として、式(3)を目的変数として解くと可燃ゴミ排出量の予測式は、次のようになる。

$$\begin{aligned} Y = & (4537,187.3) + (-2.97,1.23)X_1 + (-45.5,18.8)X_2 \\ & + (-23.9,9.86)X_3 + (-69.9,28.9)X_4 + (-199.5,82.4)X_5 \\ & + (-199.5,82.4)X_6 + (560.6,231.4)X_7 + (-63.2,26.1)X_8 \\ & + (-230.0,95.0)X_9 + (341.2,140.8)X_{10} + (253.7,104.7)X_{11} \\ & + (25.3,10.4)X_{12} + (248.0,102.4)X_{13} + (545.1,225.0)X_{14} \\ & + (106.3,43.9)X_{15} \end{aligned} \quad (4)$$

このときの推定区間の様子を図-1に示す。式(4)より、ファジィ係数の幅が説明変数の違いにより生じたり生じなかったりというような問題は解決できている。

3. 長野市の可燃ゴミ排出の要因分析^{6),7)}

可燃ゴミの排出要因を分析するにあたり、本研究では長野市の消費支出を用い、長野市のゴミ排出に対する要因の分析を行う。ここで、長野市におけるゴミの分別収集の程度が長野市の可燃ゴミの排出量を左右しているのではないかという推測をもとに、ごみの分別収集の程度をファジィ群とし、ファジィ数量化Ⅰ類により長野市の可燃ゴミ排出量について解析する。これにより、説明変数である各消費支出が目的変数である可燃ゴミの排出に及ぼす影響の度合いがわかる。対象とする消費支出項目は、可能性回帰分析の場合と同じく、表-1の15項目を用いた。また、データは、平成5年4月～平成12年3月の7年度分を用いた。

(1) ファジィ群の決定について

解析を行うにあたり、ファジィ群を決定する必要がある。いまファジィ群として、長野市における過去に実施されたゴミの分別収集の程度を用いることとし、分別収集の程度を[0, 1]上の値をとるメンバーシップ値として与えることにした。

ここで、平成6年8月からのゴミの5分別(可燃ゴミ、不燃ゴミ、紙、ビン、缶)制度実施、平成8年11月からのゴミの6分別(プラスチックが加わる)制度実施やゴミ袋実費負担制度など、ゴミ減量に対して対策が設けられた時点において、ファジィ群の値を大きく設定し、分別による曖昧さの程度とした。

以上より、ゴミ分別に対して特に対策がされていなかった、平成5年4月から平成6年7月までのファジィ群の値を0.1、初期対策後である平成6年8月から平成8年10月までのファジィ群の値を0.5とした。また、平成8年11月からの対策で大部分のゴミが分別されたが、完全な分別は行なわれてはいないという考えから、平成8年11月から平成12年3月までを0.9としたものを表-2のせた。

表-2 ファジィ群について

	ファジィ群の値
平成5年4月～平成6年7月	0.1
平成6年8月～平成8年10月	0.5
平成8年11月～平成12年3月	0.9

(2) ファジィ数量化Ⅰ類による解析

上記(1)のファジィ群(分別収集の程度)を用い、目的変数を可燃ゴミ排出量として、ファジィ数量化Ⅰ類による解析を行なった結果、つぎの式(5)のような回帰式が得られた。

$$Y = 3751.8 - 5.6X_1 - 20.6X_2 - 19.6X_3 - 70.6X_4 - 35.9X_5 - 310.2X_6 + 781.3X_7 - 174.5X_8 - 384.5X_9 + 970.2X_{10} + 356.9X_{11} + 139.7X_{12} + 122.3X_{13} + 162.8X_{14} + 59.4X_{15} \quad (5)$$

表-3 係数の大小(ゴミ排出回帰式)

1		定数項	3751.8384
2	X_{10}	油脂調味料	970.24639
3	X_7	乳卵類	781.26456
4	X_9	果物	384.47881
5	X_{11}	菓子類	356.94656
6	X_6	肉類	310.23139
7	X_8	野菜海草	174.45834
8	X_{14}	酒類	162.81434
9	X_{12}	調理食品	139.6635
10	X_{13}	飲料	122.27971
11	X_4	穀類	70.598543
12	X_{15}	外食費	59.382285
13	X_5	魚介類	35.867666
14	X_2	水・光熱費	20.580475
15	X_3	家具家事用品	19.615313
16	X_1	住居費	5.5857922

式(5)の各係数に絶対値をかけて降順で並べると、表-3のようになる。

目的変数である可燃ゴミ排出量は、ファジィ群である分別の程度を考慮したとき、この表-3の上位のものにほど依存しており、下位のものにほど影響されないといえる。

大きく依存しているものは、油脂・調味料、乳卵類、肉類、果物などで、あまり影響されていないものは、家具家事用品費、水道・光熱費、住居費などである。

(3) ファジィ偏相関係数による排出要因の分析

ファジィ数量化Ⅰ類の解析では、目的変数がある説明変数に依存しているか、そうではないかが

わかるだけであるので、ファジィ群を考慮したときに、目的変数がある説明変数とどの程度の関わりがあるかを数値として知るために、ファジィ偏相関係数を求めた。解析結果を、ファジィ群を考慮しない場合での偏相関係数と比較させて表-4に示した。

偏相関係数の値が大きいほど、目的変数のその説明変数への依存度が高い。目的変数の可燃ゴミ排出量が影響を受ける説明変数を、単純に15の説明変数の位付けで考えてみる。

表-4 偏相関係数の比較(可燃ゴミ)

	ファジィ群を考慮しない		ファジィ群を考慮する	
1	油脂調味料	0.9989967	油脂調味料	0.5152836
2	定数項	0.9972413	乳卵類	0.3138494
3	果物	0.9953467	果物	0.2965268
4	野菜海草	0.9942806	定数項	0.2940244
5	乳卵類	0.9941072	野菜海草	0.2761895
6	酒類	0.9919381	菓子類	0.2267293
7	菓子類	0.9867918	酒類	0.1743607
8	家具家事用品	0.9867443	外食費	0.160341
9	飲料	0.983324	肉類	0.1496462
10	外食費	0.9814786	家具家事用品	0.1366667
11	調理食品	0.9717306	調理食品	0.1280822
12	肉類	0.9654421	水・光熱費	0.1102859
13	穀類	0.9566615	穀類	0.0952548
14	住居費	0.9525527	飲料	0.0896399
15	水・光熱費	0.945059	住居費	0.083162
16	魚介類	0.9156543	魚介類	0.0534839

表-4より、ファジィ群を考慮した場合、油脂・調味料の値が目立って大きく、そのほか、乳卵類、果物、野菜・海草の値が大きくなっている。また、住居費、魚介類は値が小さく、目的変数の可燃ゴミ排出量はこれらにほとんど影響されていないといえる。

また、ファジィ群を考慮する、しないに関わらず、油脂・調味料から受ける影響が大きく、これに対し、魚介類、住居費などから受ける影響は小さいことがわかる。また、ファジィ群を考慮すると、乳卵類、水・光熱費、肉類の3変数が上昇し、飲料、家具家

事用品の2変数が比較的下降する。これより、飲料は分別収集が効果的に進んでおり、可燃ゴミの排出量が減少していると推測でき、一方、肉類や乳卵類などは商品の容器や包装がうまく分別されておらず、可燃ゴミとして排出されていると考えられる。これは我々の直感とも一致する。

4. 長野市の可燃ゴミ廃棄過程におけるCO₂排出要因の分析^{1),4)-10)}

ここでは、可燃ゴミ廃棄過程のCO₂排出要因の分析をファジィ数量化I類を用いて行った。長野市におけるゴミの分別収集の程度がCO₂排出量と関係があると推測できることから、廃棄過程の要因分析を行なうにあたり、長野市の分別収集の程度をファジィ群として用いた。

これにより、廃棄過程におけるCO₂排出量が、どの説明変数に依存しているか、また、どの程度関わりがあるのかを知ることが出来る。ただし、ここで考える廃棄過程におけるCO₂排出とは、可燃ゴミを処理する際に発生するCO₂の排出のことである。

(1) ファジィ群の決定について

実際に解析を行うにあたり、ファジィ群を決定する必要があるが、3. 可燃ゴミ排出の要因分析と同様に、長野市の分別収集の程度を用いた。ファジィ群の値は平成5年4月から平成6年7月までを0.1、平成6年8月から平成8年10月までを0.5、平成8年11月から平成12年3月までを0.9とした。

(2) ファジィ数量化I類による解析

上記(1)のファジィ群(分別収集の程度)を用い、目的変数を廃棄過程のCO₂排出量とし、説明変数を表-1で選出した15個の消費支出として、ファジィ数量化I類解析により求めた。データはH5年4月からH12年3月までの84ヶ月分を用いた。

以上の解析の結果、つぎの式(6)のような回帰式解が得られた。

$$\begin{aligned}
 Y = & 1338.8 - 0.58X_1 + 0.72X_2 - 7.4X_3 \\
 & - 37.8X_4 + 0.72X_5 - 232.9X_6 + 370.1X_7 \\
 & - 77.5X_8 - 164.5X_9 + 369.6X_{10} + 129.4X_{11} \\
 & + 57.9X_{12} + 74.8X_{13} + 63.7X_{14} + 13.7X_{15}
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

式(6)の各係数に絶対値をかけて降順で並べると、表-5のようになる。

表 - 5 係数の大小(CO₂排出回帰式)

1		定数項	1338.829021
2	X ₇	乳卵類	370.0797085
3	X ₁₀	油脂調味料	369.5963141
4	X ₆	肉類	232.964663
5	X ₉	果物	164.4901126
6	X ₁₁	菓子類	129.3979442
7	X ₈	野菜海草	77.45519954
8	X ₁₃	飲料	74.81132757
9	X ₁₄	酒類	63.73482183
10	X ₁₂	調理食品	57.94858397
11	X ₄	穀類	37.84294812
12	X ₁₅	外食費	13.74141005
13	X ₃	家具家事用品	7.403598552
14	X ₂	水・光熱費	0.715830634
15	X ₅	魚介類	0.715824572
16	X ₁	住居費	0.580748362

表 - 6 偏相関係数の比較 (CO₂)

	ファジィ群を考慮しない		ファジィ群を考慮する	
1	油脂調味料	0.4913221	油脂調味料	0.4867084
2	定数項	0.3045488	乳卵類	0.354755
3	果物	0.2954522	果物	0.3070129
4	乳卵類	0.2778287	野菜海草	0.2943248
5	野菜海草	0.2546472	肉類	0.26721
6	肉類	0.2216495	定数項	0.2577053
7	酒類	0.2020526	菓子類	0.202096
8	飲料	0.1766261	酒類	0.1663277
9	調理食品	0.164653	飲料	0.1321127
10	家具家事用品	0.1549	調理食品	0.1298341
11	穀類	0.1502238	家具家事用品	0.1260008
12	菓子類	0.1389885	穀類	0.1246589
13	外食費	0.0601029	外食費	0.0914592
14	住居費	0.034259	住居費	0.022182
15	水・光熱費	0.0315206	水・光熱費	0.0092766
16	魚介類	0.0299671	魚介類	0.0021303

目的変数である廃棄過程 CO₂排出量は、ファジィ群である分別の程度を考慮したとき、この表 - 5 の上位のものにほど依存しており、下位のものにほど影響されないといえる。

大きく依存しているものは、乳卵類、油脂・調味料、肉類、果物などで、あまり影響されていないものは、家具家事用品費、水道・光熱費、魚介類、住居費などである。

(3) ファジィ偏相関係数による排出要因の分析

可燃ゴミ排出要因と同様に、ファジィ群を考慮したときに、目的変数がある説明変数とどの程度の関わりがあるかを数値として知るために、ファジィ偏相関係数を求めた。ゴミの要因分析と同様に、解析結果を、ファジィ群を考慮しない場合での偏相関係数と比較させて表 - 6 に示した。

ファジィ偏相関係数の値が大きいほど、目的変数のその説明変数への依存度が高い。目的変数の廃棄過程 CO₂排出量が影響を受ける説明変数を、単純に 15 の説明変数の位付けで考えてみる。

表 - 6 より、ファジィ群を考慮した場合、油脂・調味料の値が目立って大きく、そのほか、乳卵類、果物、野菜・海草の値が大きくなっている。また、住居費、水道・光熱費、魚介類は値が小さく、目的変

数の廃棄過程 CO₂排出量はこれらにほとんど影響されていないといえる。また、ファジィ群を考慮する、しないに関わらず、油脂・調味料から受ける影響が大きく、これに対し、魚介類、水道・光熱費、住居費などから受ける影響は小さいことがわかる。

また、ファジィ群を考慮すると、乳卵類、菓子類、野菜海草、肉類の 4 変数が上昇し、酒類、飲料、調理食品、家具家事用品、穀類の 5 変数が下降する。値に注目しても、位置付けと同様の上昇と下降が見られる。

これより、上昇した 4 変数は食品包装の分別収集がうまく行なわれておらず、CO₂排出の原因となっていると考えられる。一方、下降した 5 変数のうち、酒類や飲料は分別収集が効果的に進んでおり、CO₂排出量削減につながっていると推測できる。

5. 可燃ゴミ排出要因と CO₂排出要因との比較

ここでは、3、4 で求めたファジィ群（分別収集の程度）を考慮した偏相関係数を用いて、可燃ゴミ排出要因と CO₂排出要因とを比較した。ゴミ排出における偏相関係数と CO₂排出における偏相関係数

表-7 ゴミ排出と CO₂排出の偏相関係数の比較

ゴミ排出偏相関係数			CO ₂ 排出偏相関係数		
1	油脂調味料	0.5152836	油脂調味料	0.4867084	
2	乳卵類	0.3138494	乳卵類	0.354755	
3	果物	0.2965268	果物	0.3070129	
4	定数項	0.2940244	野菜海草	0.2943248	
5	野菜海草	0.2761895	肉類	0.26721	
6	菓子類	0.2267293	定数項	0.2577053	
7	酒類	0.1743607	菓子類	0.202096	
8	外食費	0.160341	酒類	0.1663277	
9	肉類	0.1496462	飲料	0.1321127	
10	家具家事用品	0.1366667	調理食品	0.1298341	
11	調理食品	0.1280822	家具家事用品	0.1260008	
12	水・光熱費	0.1102859	穀類	0.1246589	
13	穀類	0.0952548	外食費	0.0914592	
14	飲料	0.0896399	住居費	0.022182	
15	住居費	0.083162	水・光熱費	0.0092766	
16	魚介類	0.0534839	魚介類	0.0021303	

を降順に並べたものを表-7に示す。

可燃ゴミ排出、CO₂排出での偏相関係数の位置付けに注目すると、油脂調味料、乳卵類、果物はどちらも上位に位置しており、反対に魚介類、住居費、穀類、水・光熱費は下位に位置している事が分かる。可燃ゴミ排出、CO₂排出、共に偏相関係数が上位であるものは可燃ゴミ、CO₂どちらも排出しやすく、共に下位にきているものは可燃ゴミ、CO₂どちらも排出しにくいと考えられる。

また、飲料、肉類はゴミ排出の偏相関係数に比べ、CO₂排出の偏相関係数が上位にきていることから、焼却時の単位重量あたりの CO₂排出量が大きいと考えられる。特に肉類は、分別収集がうまくいっていないため CO₂排出に大きな影響を与えていると考えられる。

全体的に同じような位置付けになっているのは、廃棄過程の CO₂排出量が可燃ゴミ排出量と強い関係があるためだと言える。このことから、CO₂を排出しやすいものは可燃ゴミを出しやすいからと推測できる。

6. 可燃ゴミ排出と CO₂排出の影響度を重みとした可燃ゴミ排出量予測式

ここでは、表-7の可燃ゴミ排出要因と CO₂排出要因の影響度を重みとして用いた場合の可燃ゴミ排出量予測式を求める。

表-7のゴミ排出・CO₂排出偏相関係数の和を求め、最小のものを1とし、各説明変数の重みWとして与えることにした。各説明変数の重みは表-8のようになる。

表-8 各説明変数の重み

	偏相関係数合計値	重み W
定数項	0.5517297	9.9207
X ₁	0.105344	1.8942
X ₂	0.1195625	2.1499
X ₃	0.2626675	4.723
X ₄	0.2199137	3.9543
X ₅	0.055614	1
X ₆	0.4168562	7.4955
X ₇	0.6686044	12.022
X ₈	0.5705143	10.258
X ₉	0.6035397	10.852
X ₁₀	1.001992	18.017
X ₁₁	0.4288253	7.7107
X ₁₂	0.2579163	4.6376
X ₁₃	0.2217526	3.9873
X ₁₄	0.3406884	6.1259
X ₁₅	0.2518002	4.5276

h=0.2として、式(3)を解くと、可燃ゴミ排出量の予測式は式(7)のように得られた。

$$\begin{aligned}
 Y = & (44879, 18.8) + (1.06, 3.6)X_1 + (48.5, 4.1)X_2 \\
 & + (17.9, 8.9)X_3 + (66.2, 7.5)X_4 + (1897.1, 9)X_5 \\
 & + (92.1, 14.2)X_6 + (668.4, 22.8)X_7 + (87.4, 19.5)X_8 \\
 & + (2337, 20.6)X_9 + (30812, 34.2)X_{10} + (269.1, 14.6)X_{11} \\
 & + (14.3, 8.8)X_{12} + (2167, 7.6)X_{13} + (5439, 11.6)X_{14} \\
 & + (94.5, 8.6)X_{15}
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

このときの推定区間の様子を図-2に示す。

この解析では重みとして、ゴミ排出の偏相関係数

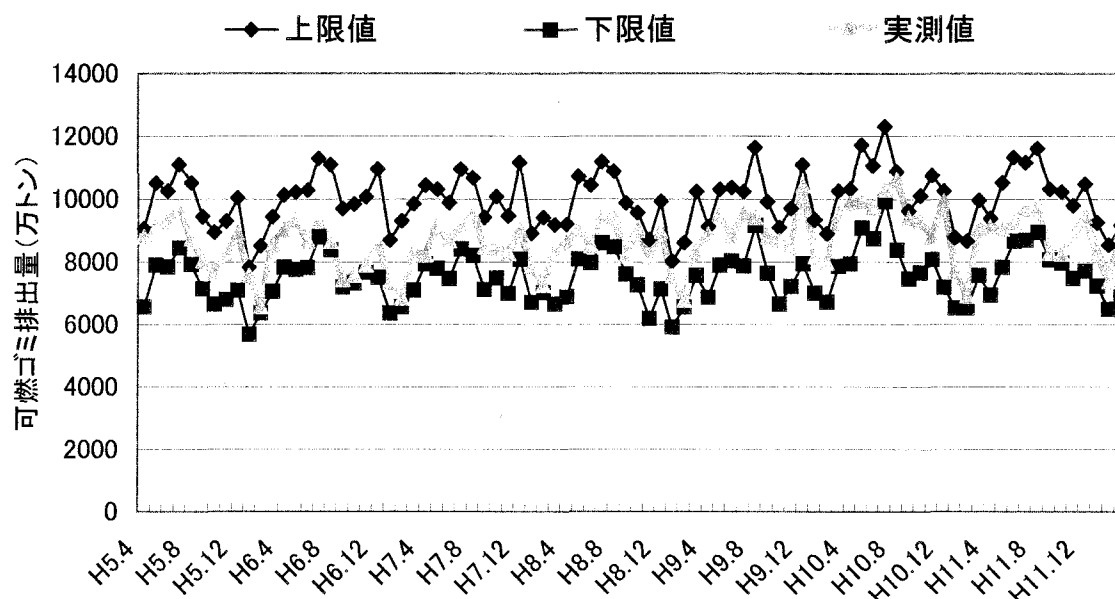


図-2 可燃ゴミ排出量の推定区間（偏相関係数重み）

と CO_2 排出の偏相関係数を用いたが、ゴミ排出相関係数は、ある説明変数がどの程度ゴミ排出に関係しているか示したものであり、重みとして適切であると考えられる。また、 CO_2 排出相関係数については、表-7の考察でも述べたように、廃棄過程の CO_2 排出量が可燃ゴミ排出量と強い関係があると言えることから、 CO_2 を排出しやすいものは可燃ゴミを出しやすいと推測でき、可燃ゴミ排出量の重みとして適切であると考えられる。

式(7)を見てみると、各消費支出項目についているファジィ係数の幅は、可燃ゴミ排出要因と CO_2 排出要因の影響度を用いた重み W に比例したものとなっている。2章の式(4)では、通常の可能性回帰分析の各係数の大きさを重みとして用いたが、これでは、目的変数の可燃ゴミ排出量と説明変数の各消費支出項目の関係を表しているとは言い難い。ここで用いたような可燃ゴミと各消費支出項目との関係についてのデータや知識を重みとして用いる事によって、より実用的な可燃ゴミ排出量予測式が求められることができたと言える。

7. まとめ

本研究では、一般的な地方都市としての長野市を

対象として、家庭の消費支出データを用いて可能性回帰分析によってゴミ排出量の予測式の構築を行った。また、ファジィ数量化Ⅰ類を用いて、可燃ゴミ排出とゴミの廃棄過程における CO_2 排出について、その排出要因を調べた。この要因分析では、ゴミ削減政策によるゴミ分別収集の程度をファジィ群に設定して可燃ゴミ排出、ゴミの廃棄過程の CO_2 排出についてそれぞれ解析を行った。また、そのときのファジィ偏相関係数を求めることで、どの項目がどれだけ可燃ゴミ排出量と廃棄過程 CO_2 排出量に関わりを持っているかを数値で示した。これにより、可燃ゴミ排出量と廃棄過程 CO_2 排出量の要因と関係がつかめた。

また、排出要因分析の結果を用いて再度、可能性回帰分析を行い、各消費支出項目のゴミと CO_2 排出への影響度を考慮させた場合の可燃ゴミ排出量の予測式について解析を行なった。目的変数の可燃ゴミ排出量と説明変数の各消費支出項目の関係を回帰式に考慮させたことで、より実用的な可燃ゴミ排出量予測式が求められることができた。

現在、我が国、また地球規模で環境問題が叫ばれている。しかし、我々の日常生活に目を向けてみると、ある商品を購入あるいは消費する際、通常、その判断基準には環境負荷という基準が含まれること

は少ない。それは、ある商品がどのくらいの環境負荷を持っているのかということが一般の人々には入手しにくい情報であるからではないだろうか。

本研究では、そのような情報がある程度数値的に示すことができた。また、環境問題に関する予測式の構築についても、理論上での数式だけではなく、本研究で試みたような現状を反映させた解析を実行していくことが重要であると考ええる。

また得られた結果を公に示していくことで、住民の環境問題への意識が高まり、環境問題の解決への一助につながると考えられる。

【参考文献】

- 1) 寺野寿郎, 浅井喜代治, 菅野道夫: ファジィシステム入門, オーム社, 1990.
- 2) 石渕 久生, 田中 英夫, 黄 承国: 作業時間解析におけるファジィ回帰分析手法の比較, システム制御情報学会論文誌, Vol. 3, No. 3, pp.90-92, 1990
- 3) 浅野 真, 土方 一彦, 小山 健: ファジィ可能性回帰分析のファジィ係数の幅について, 日本ファジィ学会誌, Vol.9, No.3, pp.395-401, 1997
- 4) 井村秀文: 建設の LCA, オーム社, 2001
- 5) 土木学会地球環境委員会: 建設業の環境パフォーマンス評価とライフサイクルアセスメント, 鹿島出版会, 2000
- 6) 和多田 淳三, 田中 英夫, 浅居 喜代治: ファジィ数量化理論 I 類, 行動計量学 11 巻 1 号 (通巻 20 号):, pp.66-73, 1983
- 7) 長野市統計書: 長野市, 1992~2001.
- 8) 平成 14 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会廃棄物分科会報告書: 環境省, 温室効果ガス排出量算定方法検討会, <http://www.env.go.jp/earth/ondanka/santeiho/h1408/haikibutsu.pdf>
- 9) 近藤美則, 森口祐一: 産業連関表による二酸化炭素排出原単位, 国立環境研究所地球環境研究センター, 1997.
- 10) 関桂子, 北橋伸一, 半野勝正, 堤克裕, 依田彦太郎: 収集の違いによるごみ中のプラスチック組成の分析, 千葉県環境研究センター, 2000. [http://db01.wit.pref.chiba.jp/bank/rd.nsf/00ccb73fc8aed45b492565d300222004/d2be7a03375fb291492569ec000e8886/\\$FILE/11-11.pdf](http://db01.wit.pref.chiba.jp/bank/rd.nsf/00ccb73fc8aed45b492565d300222004/d2be7a03375fb291492569ec000e8886/$FILE/11-11.pdf)
- 11) 朝倉啓一郎, 早見均, 溝下雅子, 中村政男, 中野諭, 篠崎美貴, 鷲津明由, 吉岡完治: 環境分析用産業連関表, 慶応義塾大学出版会, 2001.

Analysis of garbage volume and the amount of CO₂ emission based on the consumption expenditures of households considering fuzzy group

by Shota Naiki, Tatsuo Takase, Ken Koyama

In this study, the total volume of garbage per year is estimated by the possibilistic regression analysis using the consumption expenditures of households as the independent variables. At the same time, the fuzzy quantification theory I is used to estimate which expenditures affect the total volume of CO₂ emissions due to garbage. In Nagano city, the garbage collection system have changed over the years. Therefore, numeric value between 0 and 1 were assigned to the garbage collection systems and used as the fuzzy measure. The fuzzy partial correlation coefficients between the total amount of CO₂ emissions and expenditures show that the groups of goods such as vegetables or confectioneries affect the amount of CO₂ emissions, while household goods such as furniture do not have much of an effect.