

大気汚染リスクを考慮した広域のごみ処理施設の費用配分に関するモデル分析

Model analysis of cost allocation in regional waste management by considering air pollution risk

阪本 浩一*

吉川 和広**

萩原 良巳***

Koichi SAKAMOTO*, Kazuhiro YOSHIKAWA**, and Yoshimi HAGIHARA***

ABSTRACT : Today, it is difficult to locate incineration plants in many cities. Therefore coalition of cities for regional waste management is increasing. But, it also causes new conflicts. One of them is an allocation problem of pollution risks and costs among them. But 'Risk' has not ever been considered in cost allocation. The aim of this paper is to propose an optimal cost allocation in regional waste management by considering air pollution risk from incineration plants. For that, we did a model analysis by using game theory. This model consists of two functions, those are 'Cost function' and 'Risk function'. This model includes the concept of risk caused by incinerating wastes as 'Risk Function'. 'Risk Function' bases on diffusions of air pollution. According to calculated points by 'Risk Function', the cost is allocated to the each cities. The model analysis indicates that: (1) There is an optimal population at specific population on each pattern, (2) For the city near the plant, the final payment is more reasonable than that of independently.

Keywords : regional waste management, cost allocation, air pollution risk, game theory

1. はじめに

いま、多くの自治体ではごみ（本研究で、ごみとは一般廃棄物とする。）処理施設の立地は極めて困難な状況にある。そのため、隣接する複数の自治体が協力して処理を行う事例が増加している。しかし、処理の広域化に伴い、新たな問題、すなわちコンフリクトが発生する。その1つとして自治体間の汚染リスクと費用の配分問題が挙げられる。これまで、広域処理を行っている自治体間においては、主に排出量に準じる形で費用の配分が行われてきた。しかし、焼却施設運用に伴うダイオキシン類発生リスクや現在解明されていない潜在的なリスクの存在を考えると、この配分方法は最善であるとはいえない。

費用配分問題の既往の研究として、岡田らによる多目的ダムや流域下水道への適用^{1), 2), 3)}がある。公共財の共同整備に関する研究としては、秀島ら⁴⁾の研究がある。しかし、いずれの研究もほとんどが経済的

な観点からのアプローチであり、「環境汚染」という概念を組み込んだものは、水質汚染をモデル化した岡田ら⁵⁾、渡辺⁶⁾にみられる程度である。

住民の環境に対する意識の高まり、環境アセスメントの義務化をはじめとする社会情勢の変化に伴い、これからの公共財の計画・整備に当たっては環境に及ぼす影響を考慮することが必要不可欠である。

ごみ処理の広域化は、ダイオキシン対策や行政の合理化のため今後ますます増加すると考えられる。そこで、本研究では、ごみの広域処理を想定し、大気汚染リスクを考慮した都市間の費用配分をどのように行うべきかについてモデル分析を行い、新たな費用配分手法の提案を行う。そのため、本研究ではゲーム理論を用いることとする。

2. モデルの定式化

本研究では、プレイヤーは隣接する n 個の都市と

* 京都大学大学院工学研究科 Graduate student, Department of civil engineering systems, Kyoto Univ.

** 関西大学工学部土木工学科 Department of Civil engineering, Kansai Univ.

*** 京都大学防災研究所 Disaster prevention research institute, Kyoto Univ.

する。ごみの処理過程のうち、収集から中間処理（焼却）に限定してモデル化を行う。部分提携の中で焼却施設は1カ所のみ建設されるものと仮定する。また、本研究では都市を、「発生するごみを全提携によりすべてのプレイヤーが共同で処理した場合でも1カ所の焼却施設で処理できるような中小の都市」と考える。そして、コスト関数とリスク関数により各都市のコスト及びリスクを表すこととする。

本研究では、次節以降で述べる固定、輸送、処理の各費用の和をコスト関数とする。

$$C(S) = C_f(S) + C_r(S) + C_o(S) \quad (2.1)$$

ここで、 $C_f(S)$: 提携Sの固定費用 (円/日)

$C_r(S)$: 提携Sの輸送費用 (円/日)

$C_o(S)$: 提携Sの処理費用 (円/日)

また、リスクとして日々の運転で生じる大気汚染のリスクのみを考える。なお、本研究においてリスクとは、「焼却施設で一般廃棄物を焼却処理することによりもたらされる、人に負の効用を与えるものの総称」であるとする。

本モデルの費用配分、提携形成の枠組みを図2.1に示す。

2.1 固定費用の定式化

ここでは、固定費用 $C_f(S)$ の定式化を行う。本研究では、固定費用として焼却施設の建設費のみを考える。また、対象地域内で地価は一定であると仮定し、地価については考慮しないものとする。

よって、 $C_f(S)$ は提携Sのごみの量 $Q(S)$ に依存すると考えられ、次式のように定式化できる。

$$C_f(S) = F(Q(S)) \quad (2.2)$$

2.2 輸送費用の定式化

ここでは、各都市 i の輸送費用 $C_r(i)$ の定式化を行う。輸送費用とは、各家庭から排出されるごみを焼却施設まで運ぶために必要なコストである。このとき、以下の仮定をおく。

- ① 焼却施設が都市の境界に立地する場合、境界に接する都市は、直接ごみを焼却施設まで収集単価 α_r で運ぶものとする。
- ② 焼却施設のない都市では、各都市のごみは収集単価 α_r で各都市の中心まで運ばれ、さらにそこから都市間輸送単価 β_r により焼却施設まで運ばれるとする。
- ③ 各都市内での収集単価 α_r は、都市の面積に関わ

らず一定であるとする。

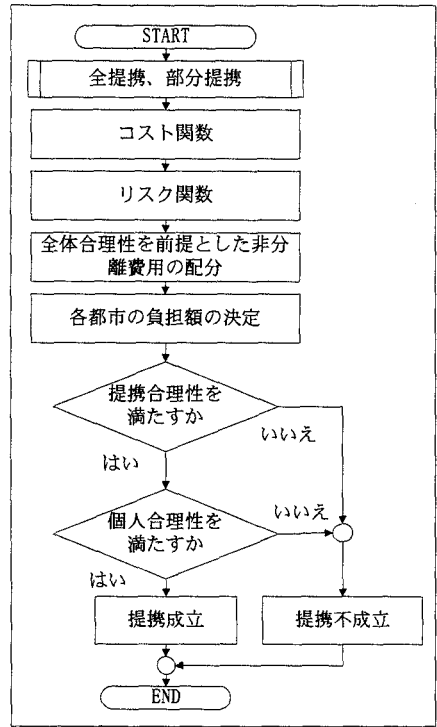


図2.1 費用配分、提携形成の枠組み

以上の仮定をもとに、各都市 i における輸送費用 $C_r(i)$ を次式のように表す。

$$C_r(i) = \alpha_r \cdot Q(i) + \beta_r \cdot Q(i) \cdot d_{ip} \quad (2.3)$$

ここで、 α_r : 収集単価(円/t)

$Q(i)$: 都市 i のごみ発生量(t/日)

β_r : 都市間輸送単価(円/t・km)

d_{ip} : 都市 i から施設 p までの距離(km)

第1項は、焼却施設立地の有無に関わらず各都市に必要となるコストであり、各都市内で各家庭から排出されるごみを収集するためのコストを表している。第2項は、焼却施設のない都市が、施設のある都市までごみを運搬するのにかかるコストである。つまり、施設のある都市においては、第2項はゼロと考える。

2.3 処理費用の定式化

処理費用としては、ごみを焼却処理するために必要となる費用のみを考える。規模が大きくなるに従い単位量あたりの処理費用が割安になるという規模の経済を想定し、処理費用 $C_o(S)$ を次式のように定式化する。

$$C_o(S) = \alpha_o \cdot Q(S)^{\beta_o} \quad (2.4)$$

ここで、 α_p : 処理単価(円/t)

$Q(S)$: 部分提携Sのごみの量(t/日)

β_D : 乗数

2.4 リスク関数の定式化

本研究ではリスクとして大気汚染のみを考える。このため、汚染物質が大気中に拡散するモデルに用いられる式を導入する。なお、簡単のため卓越した風向きは考えず、最も危険側と考えられる無風状態を考える。また、対象地域内で閉じたモデルを想定しており、モデルの系外からの環境汚染による影響は考えていない。

拡散方程式から導かれるガウシアンパフモデルの1つとして、点煙源からの物質拡散に関する無風状態の長期平均拡散モデルが与えられる⁷⁾。これらより、xyz座標系における物質の濃度Cの値を次式で表すことができる。

$$C(R, z) = \frac{q}{(2\pi)^{3/2} \gamma} \left\{ \frac{1}{R^2 + \frac{\alpha^2}{\gamma^2} (H_e - z)^2} + \frac{1}{R^2 + \frac{\alpha^2}{\gamma^2} (H_e + z)^2} \right\} \quad \dots(2.5)$$

ここで、 $C(R, z)$: (R, z)における拡散物質の濃度

$R: \sqrt{x^2 + y^2}$

q: 煙の発生強度

α : ターナーの安定度分類から求められる近似値

γ : ターナーの安定度分類から求められる近似値

H_e : 有効煙突高度

$H_e = H + \Delta H$

H: 実煙突高さ(m)

ΔH : 慣性力と浮力による上昇分(m)

このとき煙は原点で発生し、無風状態を想定しているため、全方向に等しく拡散するものとしている。なお、有効煙突高度 H_e は、実際の煙突高さに煙の上昇分を加えた実効の発生源高さである。煙の上昇分は、煙突から排出される際の慣性力、煙と外気温の差による浮力の2つの要素によるものである。ここで、 α 、 γ はターナーの安定度分類から求められる近似値である³⁾。また、地上での値を考えるので $z = 0$ とする。このことより、定数A、Bを用いて式(2.5)を次のように表すことができる。

$$C(R) = A \cdot \left(\frac{2}{R^2 + B} \right) \quad (2.6)$$

ここで、 $A = q / (2\pi)^{3/2} \cdot \gamma$

$B = (\alpha \cdot H_e / \gamma)^2$

以上より、都市iのリスク関数 $R_i(i)$ をごみの量に比例する形で次式のように表すことができる。

$$R_i(i) = Q(S) \int_{Z_i} C(R) dZ_i \quad (2.7)$$

ここで、 $C(R)$: 拡散物質の濃度

$Q(S)$: 部分提携Sのごみの量

Z_i : i市の面積

2.5 本研究で用いる費用配分手法

各都市が共同で焼却施設を建設するときには生じるコンフリクトを調整するために、コストを分離費用と非分離費用の2つに分けて考える。シャプレイ値や仁の適用も考えられるが、簡便性と分かり易さを考慮して今回はコアの概念を用いるものとする⁸⁾。

分離費用とは、各主体に最低限割り振るべき費用、すなわち、各主体が最低限負担すべき費用である。プロジェクトの総費用を $C(N)$ 、そこから任意のプレイヤーiが抜けたときの総事業費を $C(N - \{i\})$ とすれば、このプレイヤーの分離費用 SC_i は、次式のように定義される。

$$SC_i = C(N) - C(N - \{i\}) \quad (2.8)$$

また、各自に分離費用を割り振った後に残る総事業費の剰余額を非分離費用(以下NSCとする)という。NSCは、次式のように定義される⁸⁾。

$$NSC = C(N) - \sum_{i \in N} SC_i \quad (2.9)$$

分離費用は、どの都市も最低限負担するものとする。NSCは、2.4のリスク関数により算出される各都市が負うリスクの逆数比で配分されるものとする。そして、最終負担額がコアを満たすときに提携が成立するものとする。NSC配分の基準となる都市間のリスク配分の概念図を図2.2に示す。

3. 数値シミュレーション

3.1 シミュレーションの仮定

このモデルを解析するため、A、B、Cの3市が一直線上に並ぶ線形都市を考える。各都市の面積は等しく、それらは都市間距離に応じて変化するものとする。また、住民は偏りなく一様に分布しているものとする。このとき、部分提携としては、以下の3つが考えら

れる。

- I AB が部分提携して C が単独提携になる場合
- II A が単独提携で BC が部分提携する場合
- III B が単独提携で AC が部分提携する場合

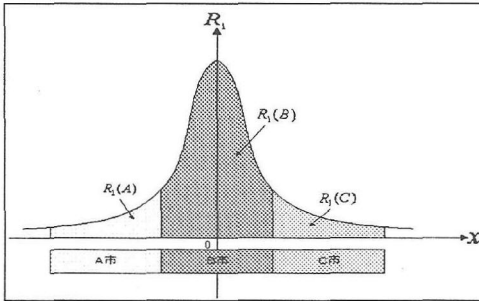


図 2.2 リスク配分の概念図

本研究においては、I と II のみを考え、III は輸送効率などを考慮すると非現実的なので除外する。いま、提携の組み合わせとして考えられるのは、全提携、部分提携（AB と C、A と BC）、単独提携の 4 種類である。ここでは、3 都市の人口が等しい場合に限定して考える。線形都市上で焼却施設の立地場所を都市の中央か境界であるとすると 3 市の場合、施設の配置場所として図 3.1 に示すとおり 7 パターンが考えられる。いま、等距離、等人口としているので対称性よりパターン 1 から 4 までの 4 パターンで考えることができる。

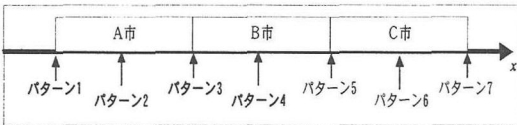


図 3.1 施設の配置パターン

なお、ごみの排出原単位は、1000g/人・日として分析を行っている⁹⁾。

固定費用の関数を求めるために、処理能力 50t/日以上のごみ焼却施設の建設費データ¹⁰⁾を抽出して回帰分析を行った。ここで、処理能力 50t/日以上焼却施設のデータを用いたのは、現在厚生省が中心となって推進している焼却施設の統廃合による広域化において、処理能力 100t/日以上施設が推奨されており、回帰分析を行った時に 100t/日以上で適切な値を得られるよう考慮したためである。今回使用したデータの数

は 69 である。本来、焼却施設は故障や点検に備えて予備の炉も整備するが、本研究では考慮していない。また、人口はパラメータとする。

回帰分析の結果、式(3.1)が得られた。また、検定結果を表 3.1 に示す。

$$c_f(S) = 121.28 \ln(Q(s)) - 479.47 \quad (3.1)$$

ここで、 $c_f(S)$: 総建設費 (億円)

$Q(S)$: 部分提携 S の施設における処理能力 (t/日)

表 3.1 回帰分析の検定結果

	係数	標準誤差	t 値
切片	-479.47	43.89	-10.92
処理能力 ln (トン)	121.28	8.48	14.31
決定係数 R^2	0.75	F 値	204.67

ここで、施設の寿命 (償却年数) を 15 年とし、式(3.1)を 1 日当たりの建設費に戻して次式のように考えるものとする。ただし、割引率については配分メカニズムに無関係のため考慮していない。

$$C_f(S) = (10^8 / 365 \cdot 15) (121.28 \ln(Q(s)) - 479.47) \quad (3.2)$$

ここで、 $Q(S)$: 部分提携 S の施設における処理能力 (t/日)

以上より、式(3.2)を固定費用の関数として用いる。

また、 α_f は吹田市のデータを用いて 30000 円/t とする¹¹⁾。 α_b も同じく吹田市のデータより 17800 円/t とする¹¹⁾。 β_b はパラメータであるが、本研究で用いたデータからは求められなかったため、今回は一例として規模の経済性を考えて 0.85 に固定して分析を行った。

次に、リスク関数について述べる。簡単のため 1 次元として考えるので、式(2.6)の R 中の y は y=0 とおける。よって、式(2.7)は次のように表すことができる。

$$C(x) = A \cdot \left(\frac{2}{x^2 + B} \right) \quad (3.3)$$

次に、式(2.6)における α 、 γ として $\alpha=0.51$ 、 $\gamma=0.51$ とおく⁷⁾。これは、無風状態の曇りの日を想定しているためである。曇りの日を想定した理由は、晴れの日煙の急上昇が激しく、雨の日煙は拡散せず雨と共に降下するので、その中間としたからである。

続いて、式(2.6)における有効煙突高度 H_e は、実煙突高さ H を大阪市の焼却施設の実績より 100m とする¹²⁾。そして、慣性力と浮力による上昇分の ΔH は次式のように定義される¹³⁾。

$$\Delta H = 1.4Q_H^{1/4} \cdot (d\theta/dz)^{-3/8} \quad (3.4)$$

ここで、 Q_H : 排出熱量(cal/s)

$d\theta/dz$: 温位勾配($^{\circ}\text{C}/\text{m}$)

さらに一般廃棄物の高発熱量は、 Q_H を 1560kcal/kg とすると、1日に300t処理できる施設の場合、1秒あたりの処理能力は 3.47kg/s となり、 $Q_H = 3.47(\text{kg/s}) \cdot 1560(\text{kcal/kg}) = 5413.2\text{kcal/s}$ と表すことができる¹³⁾。

これを式(3.4)に代入し、温位勾配を $d\theta/dz = 0.005$ として計算すると、 $\Delta H = 493\text{m}$ となる。同様にして計算を行うと、処理能力が増えるにつれて、煙の上昇高が増加する。つまり、有効煙突高度は処理能力、すなわち、ごみの量の関数になっている。現実の焼却施設は、例えば900t/日の施設であれば300t/日の炉を3機建設するなど、保守点検に備えて細分化して建設するのが一般的である。式(3.4)をそのまま用いると、提携が大きくなりごみの量が増えていくに従って有効煙突高度が高くなり、現実と矛盾するようになる。そこで、同じ気象条件の下ではごみの量の増減があっても ΔH が一定になると仮定する。つまり、リスクは提携内のごみの量にのみ依存すると考えることとする。

こうして、リスク関数を次式のように表すことができる。

$$R_i(i) = Q(S) \int C(x) dx_i \quad (3.5)$$

ここで、 $C(x)$: 拡散物質の濃度

$Q(S)$: ごみの量(t)

x_i : i市の面積(幅)(km)

なお、このリスク関数によって算出される値は各プレイヤーのリスクの大きさを表す値である。そして、各都市のリスク関数値の逆数比で NSC の配分を行うこととする。

3.2 提携合理性と個人合理性に関する分析と考察

この分析は、第1に、式(2.3)の都市間輸送単価 β_r をパラメータとして、各パターンの提携が成立する限界の β_r の値（以下 β_r 限界とする）を分析する。第2に、提携を組んだときの各プレイヤーの負担額を単独で行ったときの負担額と比較して個人合理性を満たしているか分析するものである。

提携合理性を満たさないということは、その提携にとって、他に今よりもより負担額の少ない提携が存在するということを示している。全提携で提携合理性

が満たされない場合は、必ずしも単独提携になるのではなく、2市と1市からなる部分提携が検討されと考えられる。そこで提携合理性が満たされればその部分提携が成立する。2市と1市の部分提携においても提携合理性が満たされないときは各市の単独処理が行われる。また、個人合理性を満たさないということは、そのプレイヤーにとって単独処理を行ったときより提携して処理を行ったときの負担額が大きくなるため、その提携は成立しない。

図3.1のパターン1から4の分析により明らかになったことは以下の通りである。

- ①施設が都市群の最端部に位置するパターン1では、図3.2に示すとおり、全提携が成立するときの β_r 限界は部分提携のときよりもかなり低い値となり、極めて β_r が小さいときのみに限られる。
- ②施設がA市の中央部に位置するパターン2では、 β_r 限界はパターン1とほぼ同じ傾向を示す。ただし、パターン1のときより輸送距離が短くなるため β_r 限界は高くなる。
- ③パターン3では、A市とB市の境界上に施設が建設されており、A市とB市でリスクを大きく2分しているため、相対的にC市の負担額が高くなり、個人合理性を満たさなくなったので、今回分析を行った範囲では全提携が成立しない。
- ④施設が都市群の中央に位置するパターン4では、今回分析を行った全ての範囲で全提携が成立した。また、図3.3に示すとおり β_r 限界のグラフが少しずつ上昇し、ある一定人口でピークを迎えてその後下降していくという挙動が顕著に見られた。これは、人口が増加するにつれて、 $C_p(S)$ 、 $C_o(S)$ のスケールメリットが得られるが、 $C_r(S)$ もまた増加するためであると考えられる。

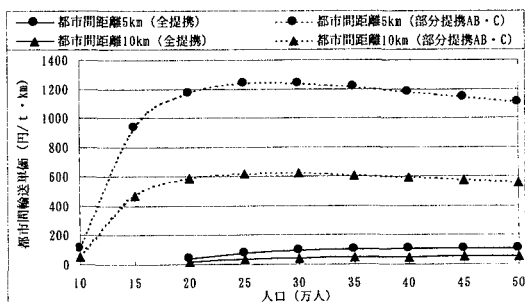


図3.2 β_r 限界 (パターン1)

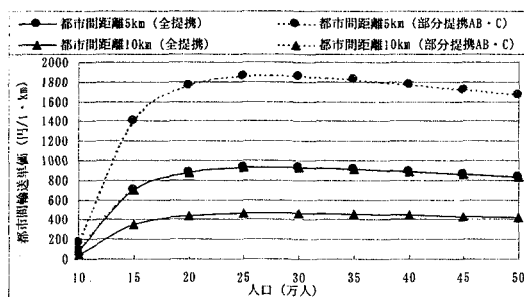


図 3.3 β_r 限界 (パターン 4)

3.3 リスクと費用の負担に関する分析

この分析は、提携合理性、個人合理性、全体合理性の3つの合理性を満たす場合に、各市の NSC 配分額、最終負担額が実際にはどのようなようになるかを分析するためのものである。

具体例として、都市間距離 5km のときの都市間輸送単価 β_r と各市の人口を設定し、各パターンごとに NSC 配分比、NSC 配分額、最終負担額を求める。都市間輸送単価は、100、500、1000、2000(円/t・km) の 4 通りで、人口は等人口とし、10 万人から 50 万人まで 10 万人刻みで変化させた。

ここで、全提携の成立する事例に着目する。それらのパターンの一覧を表 3.2 に示す。これより、全提携が成立する事例は 10 通りあることがわかる。パターン 1 においては、 β_r が小さく、人口が多い場合に限りて成立する。パターン 2、3 において全提携が成立しない理由は、NSC 配分比が C 市にとって相対的に高くなり、C 市の負担額が増加するため個人合理性を満たさなくなるからである。パターン 4 においては、 $\beta_r = 100, 500$ のときには多くの場合に成立した。

表 3.2 全提携の成立するパターンの一覧

パタ	NSC配分比	β_r (円/t・km)	人口 (万人)	最終負担額(万円)			単独時費用 (万円)	差額(万円)		
				A市	B市	C市		A市	B市	C市
1	1:1:24.7:73.7	100	40	1510	1664	1939	1941	431	277	2
			50	1856	2033	2347	2351	495	318	4
2	1:17.4:85.0									
3	1:1:24.7									
4	17.4:1:17.4	100	20	976	818	976	1059	83	241	83
			30	1384	1170	1384	1515	131	345	131
			40	1776	1519	1776	1941	165	422	165
			50	2160	1866	2160	2351	191	485	191
			20	1016	818	1016	1059	43	241	43
		500	30	1444	1170	1444	1515	71	345	71
			40	1856	1519	1856	1941	85	422	85
			50	2260	1866	2260	2351	91	485	91

また、同じ条件を与えた場合に表 3.2 に示す以外に部分提携の場合でコアを満たす提携はあり、これらの中でどの配分が実現するかが問題となる。どのプレイヤーにとっても単独の場合より安くなる提携が存在すれば配分が 1 通りに決定するが、そうでない場合はさらにコンフリクトが起こるため、何らかの基準が必要になってくると考えられる。

3.4 リスクの外部性に関する考察

本節では、配置問題によるスピルオーバーについて考える。全提携が起こるならば、式(3.5)のリスク関数により、各都市が負うリスクを考慮した費用配分が行われる。しかし、各パターンで施設の立地場所を決められた都市が単独提携になり、残りの 2 市が部分提携になるとき、部分提携になる方の提携の施設配置をどうするかという問題が発生する。また、単独提携、部分提携で処理を行う場合には提携間のリスクが考慮されなくなる。この分析はそれを補い、環境経済学的な側面から分析・考察を加えるためのものである。

その際の式(3.5)から算出されるリスクのスピルオーバー値について例を用いて考察する。今、都市間距離 5km、 $\beta_r = 100$ (円/t・km)、人口 30 万人ずつの 3 市があり、部分提携 AB・C が成立するとする。このときに、提携 AB 内に建設される施設を施設 a、提携 C 内に建設される施設を施設 b として、スピルオーバー値と各市の最終負担額を表わしたものを表 3.3 に示す。C 市は単独提携のため施設の建設される位置によって最終負担額が変化することはないが、施設 a の立地場所によって受けるスピルオーバーの量が 74 倍も異なる。A 市、B 市も施設 b の立地場所によって B 市で 25 倍、A 市で 3 倍も異なる。A 市は、C 市から離れているので施設 b がどこに建設されたとしても、B 市、C 市のように受けるスピルオーバーの量が何十倍も変化することはない。このようにスピルオーバーの量は施設の立地場所により大きく変化するが、提携外の施設立地によるスピルオーバーの量は負担額に全く反映されていないことが分かる。

3 市全体でみたときに総コストが最も割安になるのは、施設 a をパターン 3 の位置に建設した場合である。これは、輸送コストが節約できる A 市と B 市の境界に施設を建設する場合である。また、系外からの外部性を考慮していないため 3 市でスピルオーバーの総量が最小になるのは、施設 a をパターン 1 の位

置に、施設 b をパターン 7 の位置に建設する場合である。これは、2 つの施設を都市群の両端に建設する場合であり、現実の施設配置に近いものであると考えられる。

表 3.3 スピルオーバーの量と最終負担額
($\beta_T=100$ 、都市間距離 5km、人口 30 万人、
部分提携 AB・C のとき)

施設a 場所	施設b 場所	スピルオーバー値			最終負担額 (万円)		
		A市	B市	C市	A市	B市	C市
1	5	5.7	140.4	3.8	1268	1505	1515
1	6	3.0	14.9	3.8			
1	7	1.9	5.7	3.8			
2	5	5.7	140.4	6.1	1265	1500	1515
2	6	3.0	14.9	6.1			
2	7	1.9	5.7	6.1			
3	5	5.7	140.4	11.4	1375	1375	1515
3	6	3.0	14.9	11.4			
3	7	1.9	5.7	11.4			
4	5	5.7	140.4	29.7	1500	1265	1515
4	6	3.0	14.9	29.7			
4	7	1.9	5.7	29.7			
5	5	5.7	140.4	280.7	1505	1268	1515
5	6	3.0	14.9	280.7			
5	7	1.9	5.7	280.7			

4. おわりに

本研究では、現状として環境に対するインパクトが全く考慮されていない一般廃棄物の広域処理における費用配分問題において、焼却によって生じる大気汚染リスクを費用配分メカニズムに反映させるべきであるという観点から研究を行った。そのため、焼却により発生するリスクを煙の拡散を表す式を用いてリスク関数として組み込むことで経済学と物理学の融合モデルを構築し、ごみの広域処理における費用配分に関するモデル分析を行った。このモデル分析の結果、以下のことが明らかになった。

- ・全提携、部分提携に共通してある一定の人口で β_T 限界のピークが現れる。つまり、人口が多すぎると輸送コストが大きくなりすぎる、また人口が少なすぎると十分なスケールメリットが得られなくなるためこのように「提携の適正人口」とでもいうべきものが存在する。
 - ・施設に近い都市ほどリスクが大きくなるので単独時の費用と比べて最終負担額がより割安になる。
- 従来はごみの排出量に準じる形で費用配分が行われてきたが、ごみの焼却に伴うリスクが懸念されてい

る現状をふまえ、今後このようなリスクを考慮した費用配分手法を実際の計画に導入していくことが必要であると考ええる。

もちろん、このモデルの実用化のためには、汚染物質の特定の必要性、物理現象を明らかにする必要性や外部性の問題を検討していく必要があることは言うまでもないことを断っておかなければならない。

参考文献

- 岡田憲夫：社会システムのルール設計としてみたゲーム理論 一多目的ダム事業を中心として一、土木計画学研究・講演集、No.19(2)、pp.1-16、1996.
- 岡田憲夫：公共プロジェクトの費用配分法に関する研究：その系譜と展望、土木学会論文集、IV-15、pp.19-27、1991.
- 高野浩一、榊原弘之、岡田憲夫、多々納裕一：流域下水道整備事業の費用配分方法に関するゲーム論的考察、土木計画学研究・論文集、No.15、pp.283-294、1998.
- 秀島栄三、小林潔司：複数自治体による都市施設の共同整備に関する基礎的研究、土木学会第 52 回年次学術講演会概要集(第IV部門)、pp.332-333、1997.
- 岡田憲夫、錦織敦：ゲーム理論を用いた環境負荷量配分モデルに関する研究、土木計画学研究・論文集、No.3、pp.65-72、1986.
- 渡辺晴彦：水質改善効果と水供給安定化効果を考慮した都市排水の循環利用システムの計画評価法に関する基礎的研究、京大大学学位論文、1996.
- 松梨順三郎：環境流体汚染、森北出版、1993.
- 鈴木光男：新ゲーム理論、勁草書房、1994.
- 田中勝：廃棄物学概論、日本環境測定分析協会、1998.
- 環境設備計画レポート 平成 9 年度版、産業タ イムズ社、1997.
- 吹田市環境事業部：吹田市環境事業概要 平成 9 年度版、吹田市環境事業部、1998.
- 大阪市：事業概要 平成 9 年度版、大阪市環境事業局、1998.
- 森口實・千秋鋭夫・小川弘：環境汚染と気象、朝倉書店、1990.