

「ごみ処理の広域化」の環境・経済面からの評価に関する事例研究

A Study on Environmental and Economic Evaluation of “Larger Designated Area for Regional Waste Management”

清水 剛*、内海 秀樹**、寺島 泰**

Takeshi SHIMIZU*, Hideki UTSUMI**, Yutaka TERASHIMA**

This study models larger designated area for regional waste management to synthesize municipal solid waste incinerators by making clusters. Following three scenarios are evaluated in views of environmental impact, energy, cost. All of municipal solid waste incinerators in the area are synthesized A.① in order of average distance between clusters not to remain incinerators which scale are below 100(ton/day), A.② in order of average distance between clusters not to remain incinerators which scale are below 300(ton/day) or B. in order of small scale incinerators.

As a result in this case study, we conclude.(1) Scenario A.② synthesized in order of average distance between clusters not to remain incinerators which scale are below 300(ton/day) is most appropriate in energy and cost evaluative indices. (2) Some cluster phases in scenarios of larger designated area bring less gross environmental impacts and costs evaluative indices in the area, but in the same time bring some of municipal solid waste incinerators that have much environmental impacts and costs than before making clusters.

Key words : Regional Waste Management、Larger Designated Area、Cluster、Municipal Solid Waste, Incineration

1 研究背景および目的

厚生省によって提案された「ごみ処理の広域化」は、ダイオキシン類の排出抑制策のひとつとして位置づけられている。これは、ごみの燃焼温度管理が難しいため、ダイオキシン類の発生抑制に限界があるとされている小規模のごみ焼却施設を集約化し、より広範な地域からごみを集め、燃焼温度管理が比較的容易とされる大規模なごみ焼却施設での処理を意図するものである。

この「ごみ処理の広域化」には賛否両論があるが、賛否については本研究では扱わず、ある都道府県レベルの自治体を対象に「ごみ処理の広域化」における広域化ブロックの設定をごみ焼却施設の統廃合という方法でモデル化して、環境面と経済面での評価を試みた。

キーワード：広域的ごみ処理、広域化、クラスター、一般廃棄物、焼却処理

連絡先：*東陶機器株式会社

**京都大学大学院工学研究科 環境工学専攻

〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL 075-753-5169 FAX 075-753-3335

2 分析対象と評価手順および前提条件

2.1 広域化ブロックの設定

複数の市町村や一部事務組合が共同で広域的にごみ処理を行う地域範囲を広域化ブロックといふ。各都道府県における現実の広域化ブロックの設定には、環境的、歴史的、地理的、社会・経済的、さらには政治的といった様々な条件が考えられるが、本研究の「ごみ処理の広域化」のモデル化においては、ごみ焼却施設の集約化、つまり、ごみ焼却施設の統廃合を考慮した広域化ブロックが設定されるものとする。

2.2 分析対象の概要

「ごみ処理の広域化」のモデル化を行う対象地域として2つを選択して、それぞれケーススタディI、ケーススタディIIとした。

ケーススタディIは、総人口113万人で9市18町8村から構成されており4つの一部事務組合（組合構成市町村数31）において広域処理が行われている。ごみ焼却施設は、11施設あり、その概要を表2-1に示す。これらの施設規模合計は1330(t/d)である。なお、この対象地域においては、平成9年中に広域化の策定作業がほぼ終了しており、5つの広域化ブロックによる広域化計画案が報告されている。

一方ケーススタディIIは、総人口258万人で12市31町1村から構成されており8つの一部事務組合（組合構成市町村数32）において広域処理が行われている。ごみ焼却施設は、24施設あり、その概要を表2-2に示す。これらの施設規模合計は4154(t/d)である。なお、本研究ではごみ焼却施設の統廃合を考慮した広域化ブロックの設定を行うために、ケーススタディIIにおける24施設のうち、同一敷地内に存在している施設（施設番号7と7*、14と14*、15と15*）は、最初から統合させて設定した。

2.3 評価手順

地図より対象地域のごみ焼却施設の位置を読み取り、各々を結ぶ主要幹線道路（国道、県道、市町村道等）の距離のうちで最短のものを施設間距離とした。対象地域でのごみ焼却施設間の距離の関係を、ケーススタディI、IIをそれぞれ図2-1、図2-2に示す。

広域化ブロックの代替案は、ひとつに統合されるごみ焼却施設の一群（クラスター）を階層的方法によって順次クラスター化し作成した。クラスター化の際のシナリオは、A. 地理的隣接度の小さいごみ

表2-1 ケーススタディIにおけるごみ焼却施設一覧

番号	伊豆大島	施設面積 (トン/日)	実績面積 (トン/年)	運送距離	輸入ガス中のダイオキシン濃度 (ng-TEQ/Nm ³)
1	横浜市	30	2000	EP	2.00
2	横浜市	35	1430	MC	1.20
3	横浜市	35	7210	MC	1.80
4	横浜市	600	14263	EP	6.20
5	横浜市	120	2790	EP	34.42
6	横浜市	270	5200	EP	14.00
7	横浜市	50	1531	EP	82.00
8	横浜市	10	2092	MC	5.70
9	横浜市	20	7283	MC	9.70
10	横浜市	20	11635	MC	47.00
11	横浜市	20	11635	MC	47.00

データ出典：主に各市町村の資源循環部、ごみ焼却施設の運営会社、二河地区資源循環部のゴミ焼却施設一覧、二河地区資源循環部の運営会社、高崎地区資源循環部のゴミ焼却施設一覧、高崎地区資源循環部の運営会社、1992年。

※データは各市町村の資源循環部の運営会社、ごみ焼却施設の運営会社、二河地区資源循環部のゴミ焼却施設一覧、高崎地区資源循環部の運営会社、1992年。

表2-2 ケーススタディIIにおけるごみ焼却施設一覧

番号	伊豆大島	施設面積 (トン/日)	実績面積 (トン/年)	運送距離	輸入ガス中のダイオキシン濃度 (ng-TEQ/Nm ³)
1	横浜市	35	7161	EP	12.50
2	横浜市	15	252	EP	13.00
3	横浜市	20	3302	BF	13.00
4	横浜市	8	507	EP	16.50
5	横浜市	50	7100	EP	24.00
6	横浜市	40	5504	EP	25.00
7	横浜市	80	18369	EP	24.00
8	横浜市	30	11810	EP	8.40
9	横浜市	50	18369	EP	25.00
10	横浜市	40	8505	MC	25.00
11	横浜市	46	6740	EP	37.00
12	横浜市	120	30000	EP	1.50
13	横浜市	600	109000	EP	1.50
14	横浜市	40	2700	EP	2.80
15	横浜市	150	25148	BF	0.00
16	横浜市	80	9815	EP	15.00
17	横浜市	600	155825	EP	2.10
18	横浜市	600	6000	EP	0.00
19	横浜市	600	180305	EP	1.50
20	横浜市	220	90498	EP	1.50
21	横浜市	80	14698	EP	7.80
22	横浜市	200	232000	EP	5.00
23	横浜市	20	2805	EP	4.00
24	横浜市	20	2805	EP	49.00

データ出典：主に各市町村の資源循環部の運営会社、二河地区資源循環部のゴミ焼却施設一覧、高崎地区資源循環部の運営会社、1995年。

※データは各市町村の資源循環部の運営会社、ごみ焼却施設の運営会社、二河地区資源循環部のゴミ焼却施設一覧、高崎地区資源循環部の運営会社、1995年。

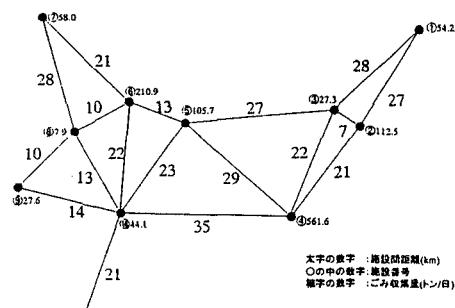


図2-1 ケーススタディIのネットワーク図

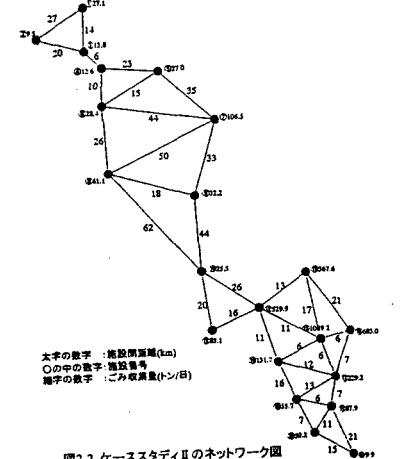


図2-2 ケーススタディIIのネットワーク図

焼却施設から順に、①100、②300 (t/d) 未満をクラスター化、B. 施設規模の小さいごみ焼却施設から順にクラスター化の 3 つを設定した。

2.4 前提条件

広域化ブロックの代替案の設定と評価を行う際に次の 3 つの前提条件をおいた。

- ①ごみの収集運搬の形態は、ごみ焼却施設の統廃合が行われた場合も変化しないものとする。つまり、既設のごみ焼却施設に収集運搬されているごみ量は、広域化によってごみ焼却施設が統廃合された場合もその場所に収集運搬されるものとする。
- ②ごみ焼却施設の統廃合によってごみ焼却施設を新設する場合には、既設のごみ焼却施設の場所で、輸送ごみ量と輸送距離の積が最小になる場所に新設するものとする。
- ③ごみ焼却施設の統廃合により、廃炉となったごみ焼却施設は中継基地を建設し一旦当該施設に収集・運搬後統合する施設まで輸送するものとする。

2.5 評価方法

上記で設定した各代替案に対して、ダイオキシン類、ばいじん、HCl、NOx、SOx 排出量、エネルギー消費量、およびコストを取り上げ、広域化実施前を 100 とした相対指標で評価を行った。ここでは、ダイオキシン類排出濃度として、各炉型式は厚生省により報告されたダイオキシン類排出濃度の統計資料における平均値まで削減されるものとし、全連続炉においては、旧ガイドライン適用炉の統計資料を用いた。

3 評価結果および考察

3.1 対象地域全体としての結果

3.1.1 ケーススタディ I における結果

ケーススタディ I における結果を図 3-1 から 3-4 に示す。なお、クラスター化第 11 段階とあるのは、対象事例での広域化計画策定案に基づいた計算結果である。

ダイオキシン類排出量相対指数では、概ねクラスター化第 4~5 段階まではほとんど変わらず、それ以後急激に減少し、第 6~8 段階以降変化がなくなる。最終的には、広域化前の 10%程度の排出量になるという結果が得られた。クラスター化段階に応じて徐々にダイオキシン類総排出量が削減されるのではなく代替案によっては、大差がない場合が存在することがわかる。特に、本研究で設定したダイオキシン類排出濃度においては、全連続炉化が大きな意味を持つ。

ダイオキシン類以外の環境負荷は、同様の傾向を示しているため、NOx 排出量相対指数のグラフのみを示す。しかし、ダイオキシン類排出量はクラスター化第 4~5 段階まではほとんど変わらないのに対して、NOx 排出量は減少している。

エネルギー消費量においては、ごみ発電をした方がよい結果になるのは明らかであるが、今回の事例の場合は、距離を重視して広域化ブロックを考えた方が、よい代替案が多いという結果になった。

コストについては、第 5 段階以降の代替案では概ね削減されるが、コストが増加する場合もまれにありうることが示された。

3.1.2 ケーススタディ II における結果

ケーススタディ II における結果を図 3-5 から 3-16 に示す。なお、策定案とあるのは、対象事例での広域化計画策定案に基づいた計算結果である。

ダイオキシン類排出量相対指数では、徐々に減少していく、最終的には、広域化前の 15%程度の排出量になるという結果が得られた。クラスター化のシナリオによって中間の段階における増減が異なることがわかる。

ダイオキシン類以外の環境負荷は、同様の傾向を示しているため、NOx 排出量相対指数のグラフの

みを示す。しかし、NOx 排出量は徐々に減少していき、最終的には、広域化前の 92%程度の排出量になるという結果が得られた。

エネルギー消費量においては、ごみ発電をした方がよい結果になるのは明らかであるが、今回の事例の場合は、距離を重視して広域化プロックを考えた方が、よい代替案が多いという結果になった。

コストについては、後半段階以降の代替案では概ね削減されるが、コストが増加する場合もまれにありますことが示された。

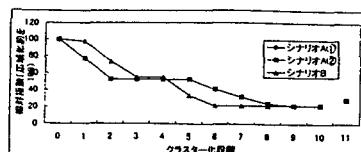


図3-1 ケーススタディ I クラスター化段階とダイオキシン類排出量相対指標

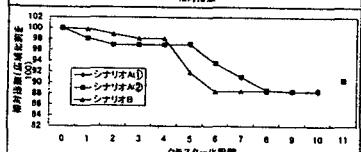


図3-2 ケーススタディ I クラスター化段階とNOx排出量相対指標

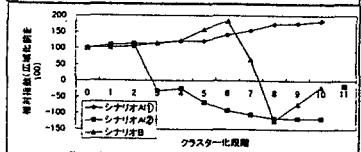


図3-3 ケーススタディ I クラスター化段階とエネルギー消費量相対指標

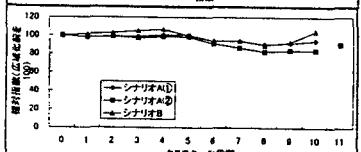


図3-4 ケーススタディ I クラスター化段階とコスト相対指標

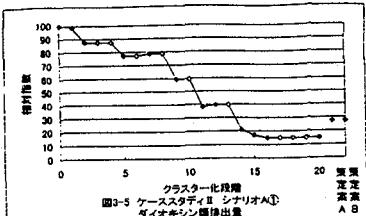


図3-5 ケーススタディ II シナリオA①
ダイオキシン類排出量

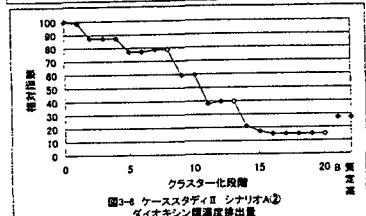


図3-6 ケーススタディ II シナリオA②
ダイオキシン類排出量

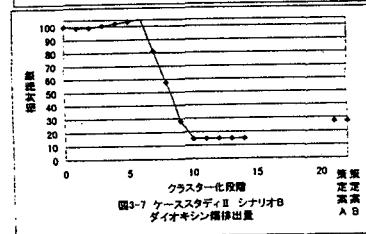


図3-7 ケーススタディ II シナリオB
ダイオキシン類排出量

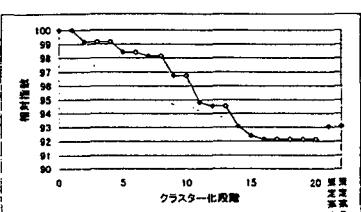


図3-8 ケーススタディ II シナリオA①
NOx排出量

図3-9 ケーススタディ II シナリオA①
エネルギー消費量

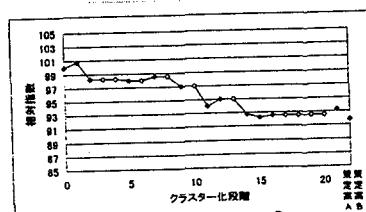


図3-10 ケーススタディ II シナリオA②
コスト

図3-11 ケーススタディ II シナリオA②
エネルギー消費量

図3-12 ケーススタディ II シナリオA②
エネルギー消費量

図3-13 ケーススタディ II シナリオB
エネルギー消費量

図3-14 ケーススタディ II シナリオA①
コスト

図3-15 ケーススタディ II シナリオB
コスト

図3-16 ケーススタディ II シナリオB
コスト

3.2 各施設毎の結果

3.2.1 ケーススタディ I における結果

ケーススタディ I における各施設毎については、シナリオ A②のダイオキシン類排出量およびコストの相対指標について、表 3-1~3-2 に示す。

ダイオキシン類排出量は、統合された施設の排出量は当然 0 になるが、統合される施設は当初の 2 倍程度になる施設がある。これより、汚染集中化への対策が必要であることが示唆される。

コストは、クラスター化第 8 段階を超えると約 1.7 倍程度に増加する施設もあるが、増加の幅が最大 1.1 倍という代替案もあり、代替案によっては、その差が大きく開かないような場合も見られた。コストの増加が大きくなる場合、個別に対応するか負担の偏在を緩和する方策が望まれる。

3.2.2 ケーススタディ II における結果

ケーススタディ II における各施設毎については、シナリオ A②のダイオキシン類排出量およびコストの相対指標について、表 3-3~3-4 に示す。

ダイオキシン類排出量は、統合された施設の排出量は当然 0 になるが、統合される施設は当初の 2 倍程度になる施設がある。これより、汚染集中化への対策が必要であることが示唆される。

コストは、クラスター化第 8 段階を超えると約 1.5 倍程度に増加する施設もあるが、増加の幅が最大 1.2 倍という代替案もあり、代替案によっては、その差が大きく開かないような場合も見られた。コストの増加が大きくなる場合、個別に対応するか負担の偏在を緩和する方策が望まれる。

表3-1 ケーススタディ I シナリオ A② 各クラスター化段階の各施設におけるダイオキシン類排出量の相対指数

施設番号	クラスター化段階										策定業
	0段階	1段階	2段階	3段階	4段階	5段階	6段階	7段階	8段階	9段階	
1	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0
2	100	124	124	124	0	0	0	0	0	0	148
3	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	100	100	100	100	100	125	125	125	135	135	105
5	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	100
6	100	100	100	150	150	150	188	215	215	217	217
7	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0
8	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	100	100	178	178	0	0	0	0	0	0	0
10	100	100	100	100	181	181	0	0	0	0	107
11	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0
合計	100	91	95	95	95	95	60	35	12	10	31

表3-2 ケーススタディ I シナリオ A② 各クラスター化段階の各施設におけるコストの相対指数

施設番号	クラスター化段階										策定業
	0段階	1段階	2段階	3段階	4段階	5段階	6段階	7段階	8段階	9段階	
1	100	100	100	100	100	100	100	100	72	72	92
2	100	88	108	108	108	104	104	104	103	103	76
3	100	87	49	49	49	76	76	76	66	66	77
4	100	100	100	100	100	92	92	92	90	90	98
5	100	100	100	110	110	110	105	102	102	101	100
6	100	100	100	79	79	79	71	66	66	66	79
7	100	100	100	100	100	100	100	67	67	67	72
8	100	100	153	153	147	147	111	111	111	111	113
9	100	100	93	93	132	132	80	79	79	79	83
10	100	100	100	100	95	95	74	72	72	72	100
11	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	199
合計	100	98	98	97	99	98	91	86	82	84	90

図3-3 ケーススタディ②シナリオA② 各クラスター化内閣の各施設におけるダイオキシン残渣出量の相対指標

施設番号	クラスター化内閣																				基準A	基準B
	1段階	2段階	3段階	4段階	5段階	6段階	7段階	8段階	9段階	10段階	11段階	12段階	13段階	14段階	15段階	16段階	17段階	18段階	19段階	20段階		
1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0
2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0
3	100	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	0	0
4	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0
6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0
7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0
8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0
9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0
10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0
11	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0
12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0
13	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0
14	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0
15	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0
16	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0
17	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0
18	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0
19	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0
20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0
21	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0
合計	100	99	87	87	77	77	78	79	79	59	59	38	40	40	40	21	17	15	15	15	27	27

図3-4 ケーススタディ②シナリオA② 各クラスター化内閣の各施設におけるコストの相対指標

施設番号	クラスター化内閣																				基準A	基準B
	1段階	2段階	3段階	4段階	5段階	6段階	7段階	8段階	9段階	10段階	11段階	12段階	13段階	14段階	15段階	16段階	17段階	18段階	19段階	20段階		
1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	82	-101
2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	129	101
3	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	115	129
4	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	118	118
5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
11	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
13	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
14	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
15	100	100	99	99	99	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
16	100	100	100	92	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
17	100	100	100	67	67	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81
18	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
19	100	69	69	69	98	98	98	98	98	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	91	91
20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	64	64
21	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	152	167
合計	100	98	98	92	96	97	97	95	94	91	92	92	90	89	89	90	89	91	91	91	92	92

4 結論

本事例における結論の一部を次に示す。

- 1) 他と比較してシナリオ A②、すなわち、施設間輸送距離の最短のものから順に、300(t/d)未満の施設を統廃合するシナリオが、特にエネルギー消費量とコストという観点において、効率的な代替案を得られること。
- 2) 全体としては削減されても施設によっては、環境負荷量、コストの増大するものもあり、広域化による特定地域への汚染の集中やコスト負担の偏在化などの問題も懸念されること。

今後は、炉の更新時期やリサイクルの進行状況なども考慮にいれた分析などが課題である。

参考文献

小泉明他;ごみ処理計画のための広域圈設定に関する一考察、廃棄物学会論文誌、Vol.3、No.1、pp8-12、1992