



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ゴミ収集と焼却プラントの年次計画
Author(s)	射場本, 勘市郎; 坂井, 英昭; 久保田, 忠男
Citation	衛生工学, 16, 1-17
Issue Date	1968-12
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/36197
Type	departmental bulletin paper
File Information	16_1-18.pdf



ゴミ収集と焼却プラントの年次計画

射場本 勸市郎*
坂 井 英 昭**
久保田 忠 男**

*A Long Term Yearly Plan of Refuse Collection
and Incineration Plant*

*Kan-ichiro IBAMOTO
Hideaki SAKAI
Tadao KUBOTA*

ABSTRACT

The refuse product from citizen is gradually developing in its quantity and its quality in proportion to progress of our lives.

In this paper, the authors have tried to estimate the future value of growing factors about the refuse, and then, come to project the rational refuse removal both with collection system and incineration system.

This plan may be applicable to the middle scale cities like Sapporo.

1. 緒 言

従来「ゴミ処理事業」に関しては、地方行政においてある程度財源を犠牲にして行わねばならぬという固定観念があった。その財政的な負担を軽減する目的から、先に当研究室で「ゴミ収集のモデル計画」⁽¹⁾を発表し、収集・投棄および焼却方式について一応の検討を行った。今回は都市発展に伴うゴミ排出量と質の変化を重点に、さらに計画的なゴミ処理事業のプロジェクトを試みた。すなわち、住民の生活が向上するにつれて排出されるゴミ量は増大し、その内容は紙・布等のセルローズ系物質が多くを占める。やがてゴミは燃料の一種として扱われ、発生熱量の売却によって収集費をまかなう処理方法を考えるべきであろう。欧米ではゴミ焼却プラントと地域暖房を組み合わせた例が多い。しかしゴミの量・質ともに劣る我国の現状では独立採算は困難と思われるが、将来における可能性は充分にある。そのためには長期的視野に立って発展要素(人口分布・ゴミ量・ゴミ質)の推移を見きわめ合理的な収集計画あるいは焼却プラントの設計を行いたい。

* 産業環境工学講座 教授

(1)衛生工学第13号 昭和41年11月

** 大学院修士課程 学生

以上のような背景のもとに筆者らは札幌レベルの中都市を想定し、モデル的に今後20年間の発展要素を考察した。それに基づくプラントの立地および収集エリアの設定、建設費と収集費さらに熱量単価の算定も試みた。

発展状況の考察に当って、筆者らはまず人口の動向に着目し、その伸びが成長曲線で表わされると判断して取扱った。ゴミ量・質の推移に関しては想定される緩・急2種の成長について検討を試みた。人口密度、ゴミ排出力および発熱力の地域分布については都心からの円形モデルを考えその直径断面に関して正規分布で表わされるものとし、収集計画に関する限りプラントは中心にあるものとみなしかつゴミの季節変動はないものと仮定した。なお収集費の算出に際して「ごみ収集のモデル計画」⁽¹⁾における在来方式とワンマン方式の両者を比較した。

2. 記号の説明

以下、この論文で使用する記号を一括して掲げる。

2. 1 発展要素

中心からの距離	x [km]
都心人口密度	P_0 [万人 / km ²]
x 地点の人口密度	P_x [万人 / km ²]
半径 x 内の人口	N_x [万人]
総人口	N_∞ [万人]
人口密度分布に関する係数	p [1 / km ²]
都心ゴミ排出力	M_0 [トン / 万人]
x 地点のゴミ排出力	M_x [トン / 万人]
全市平均ゴミ排出力	$\bar{M}_\infty$ [トン / 万人]
半径 x 内ゴミ排出量	W_x [トン]
総ゴミ排出量	W_∞ [トン]
ゴミ排出力分布に関する係数	m [1 / km ²]
都心ゴミ発熱力	H_0 [G cal / トン]
x 地点のゴミ発熱力	H_x [G cal / トン]
全市平均ゴミ発熱力	$\bar{H}_\infty$ [G cal / トン]
半径 x 内ゴミ発熱量	Q_x [G cal]
総ゴミ発熱量	Q_∞ [G cal]
ゴミ発熱力分布に関する係数	h [1 / km ²]

また、年次経過の区別を明確にするために添字 n を各記号の後に付加する。例えば n 年後の x 地点のゴミ排出力は $M_{x \cdot n}$ である。

2. 2 収集モデル

(1) 算出値

実動1時間当り収集費用	A [円 / hr]
-------------	--------------

半径 x 内の延往復走行距離	S_x [km]
半径 x 内の延収集走行距離	L_x [km]
延走行時間	T [hr]
収集車延台数	δ [台]
収集車実台数	D [台]

(2) 設定値

半径上の往復走行速度	U_s^* [km / hr]	20
x 円周上の収集走行速度	U_x [km / hr]	
収集車積載量	τ [トン / 台]	2
積み込み能力	$\eta_w^* \cdot \eta_o^*$ [トン / hr]	1.25, 0.85
実動時間	t [hr / 日]	5
人員数 (運転手)	μ [人 / 台]	1
人員数 (積み込み員)	φ [人 / 台]	2
人件費に関する定数	R^{**} [円 / hr (実動)]	420
車輛費に関する定数	C^{***} [円 / hr (実動)]	487
人と車の割増し係数	λ [—]	1.1
走行燃料費に関する定数	E [円 / km]	5
積み込み燃料費に関する定数	K [円 / hr (収集走行)]	112

3. 発 展 要 素

3.1 設定条件

発展要素は次の設定条件を満たすものとする。

(1) $N_{\infty \cdot o}$, $P_{o \cdot o}$, $\bar{M}_{\infty \cdot o}$, $M_{o \cdot o}$, $\bar{H}_{\infty \cdot o}$, $H_{o \cdot o}$ はいずれも n の関数であり、成長曲線すなわち

$$Y_n - Y_o = (Y_{\infty} - Y_o) \{1 - \exp(-\alpha n)\} \quad (3 \cdot 1 \cdot 1)$$

の形で表わされるものとする。従って現在の各要素 $N_{\infty \cdot o}$, $P_{o \cdot o}$, $\bar{M}_{\infty \cdot o}$, $M_{o \cdot o}$, $\bar{H}_{\infty \cdot o}$, $H_{o \cdot o}$ は既知の値とし、 $n=15$ あるいは $n=20$ の値を想定して (3・1・1) 式を定める。具体的な設定値については 3.2 で述べる。

(2) $P_{x \cdot n}$, $M_{x \cdot n}$, $H_{x \cdot n}$ はそれぞれ次式で表わされる。

$$P_{x \cdot n} = P_{o \cdot n} \cdot \exp(-p_n) x^2 \quad (3 \cdot 1 \cdot 2)$$

*添字 w , o は各々在米方式、ワンマン方式を示し、また s , r は往復走行、収集走行を表わす。

**人件費に関する一切の費用 (給与・施設・経費) を含み、年間の作業日数を 311 日として算出。

***車輛に関する費用 (償却・整備・施設) だが、燃料費は含まない。

$$M_{x \cdot n} = M_{o \cdot n} \cdot \exp(-m_n) x^2 \quad (3 \cdot 1 \cdot 3)$$

$$H_{x \cdot n} = H_{o \cdot n} \cdot \exp(-h_n) x^2 \quad (3 \cdot 1 \cdot 4)$$

従って

$$\begin{aligned} N_{x \cdot n} &= \int_0^x 2 \pi x P_{x \cdot n} dx \\ &= \pi P_{o \cdot n} \int_0^x 2 x \cdot \exp(-p_n) x^2 dx \\ &= \frac{\pi P_{o \cdot n}}{p_n} \{1 - \exp(-p_n) x^2\} \end{aligned} \quad (3 \cdot 1 \cdot 5)$$

同様に

$$\begin{aligned} W_{x \cdot n} &= \int_0^x 2 \pi x P_{x \cdot n} M_{x \cdot n} dx \\ &= \frac{\pi P_{o \cdot n} M_{o \cdot n}}{p_n + m_n} \{1 - \exp\{-(p_n + m_n) x^2\}\} \end{aligned} \quad (3 \cdot 1 \cdot 6)$$

$$\begin{aligned} Q_{x \cdot n} &= \int_0^x 2 \pi x P_{x \cdot n} M_{x \cdot n} H_{x \cdot n} dx \\ &= \frac{\pi P_{o \cdot n} M_{o \cdot n} H_{o \cdot n}}{p_n + m_n + h_n} \{1 - \exp\{-(p_n + m_n + h_n) x^2\}\} \end{aligned} \quad (3 \cdot 1 \cdot 7)$$

また、

$$\lim_{x \rightarrow \infty} N_{x \cdot n} = N_{\infty \cdot n} = \frac{\pi P_{o \cdot n}}{p_n}$$

故に

$$p_n = \frac{\pi P_{o \cdot n}}{N_{\infty \cdot n}} \quad (3 \cdot 1 \cdot 8)$$

$$m_n = \frac{\pi P_{o \cdot n} M_{o \cdot n}}{W_{\infty \cdot n}} - p_n \quad (3 \cdot 1 \cdot 9)$$

$$h_n = \frac{\pi P_{o \cdot n} M_{o \cdot n} H_{o \cdot n}}{Q_{\infty \cdot n}} - (p_n + m_n) \quad (3 \cdot 1 \cdot 10)$$

ただし

$$W_{\infty \cdot n} = \bar{M}_{\infty \cdot n} \cdot N_{\infty \cdot n} \quad (3 \cdot 1 \cdot 11)$$

$$Q_{\infty \cdot n} = \bar{H}_{\infty \cdot n} \cdot W_{\infty \cdot n} \quad (3 \cdot 1 \cdot 12)$$

3. 2 設 定 値

(1) 総人口および都心人口密度

$N_{\infty \cdot n}$ と $P_{o \cdot n}$ について次の設定を行う。

n	0	15	∞
$N_{\infty \cdot n}$	100	150	200
$P_{o \cdot n}$	8	10	12

従って (3・1・1) 式から次の2式を得る。

$$N_{\infty \cdot n} = 100 \{2 - \exp(-0.046n)\} \quad (3 \cdot 2 \cdot 1)$$

$$P_{o \cdot n} = 4 \{3 - \exp(-0.046n)\} \quad (3 \cdot 2 \cdot 2)$$

(2) 排出力

$\bar{M}_{\infty \cdot n}$ および $M_{o \cdot n}$ については発展の緩・急を考え、それぞれ小・大2種の設定を行う。

n		0	20	∞
$\bar{M}_{\infty \cdot n}$	小	5	10	14
	大	5	12.5	16
$M_{o \cdot n}$	小	10	16	20
	大	10	20	24

(3・1・1) 式から次の4式を得る。

$$\bar{M}_{\infty \cdot n} (\text{小}) = 9 \{1.56 - \exp(-0.041n)\} \quad (3 \cdot 2 \cdot 3)$$

$$\bar{M}_{\infty \cdot n} (\text{大}) = 11 \{1.45 - \exp(-0.053n)\} \quad (3 \cdot 2 \cdot 4)$$

$$M_{o \cdot n} (\text{小}) = 10 \{2 - \exp(-0.046n)\} \quad (3 \cdot 2 \cdot 5)$$

$$M_{o \cdot n} (\text{大}) = 14 \{1.71 - \exp(-0.062n)\} \quad (3 \cdot 2 \cdot 6)$$

(3) 発熱力

$\bar{H}_{\infty \cdot n}$ については小・大2種、 $H_{o \cdot n}$ は1種のみ^{*}の設定を行う。

n		0	20	∞
$\bar{H}_{\infty \cdot n}$	小	1	1.6	2
	大	1	2	2.4
$H_{o \cdot n}$		2	2.6	3

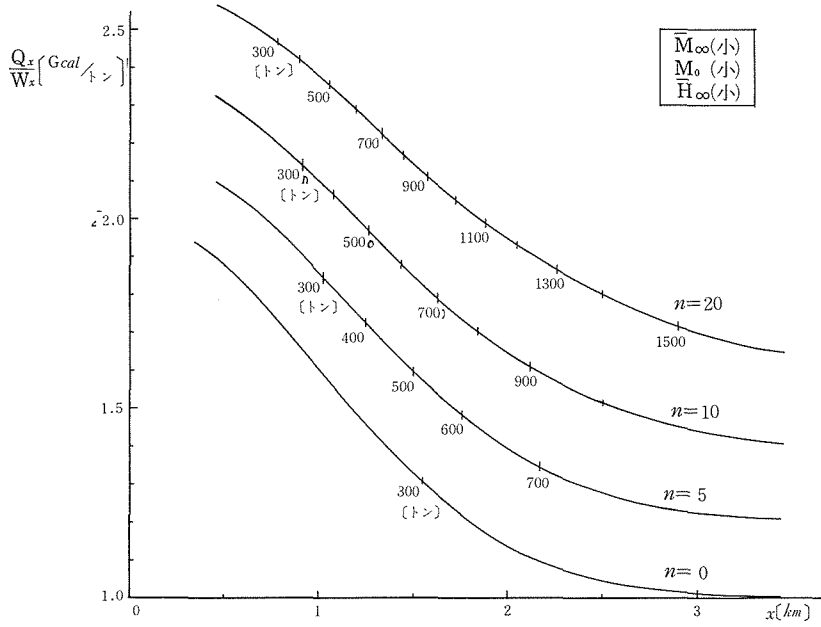
(3・1・1) 式から次の3式を得る。

$$\bar{H}_{\infty \cdot n} (\text{小}) = 2 - \exp(-0.046n) \quad (3 \cdot 2 \cdot 7)$$

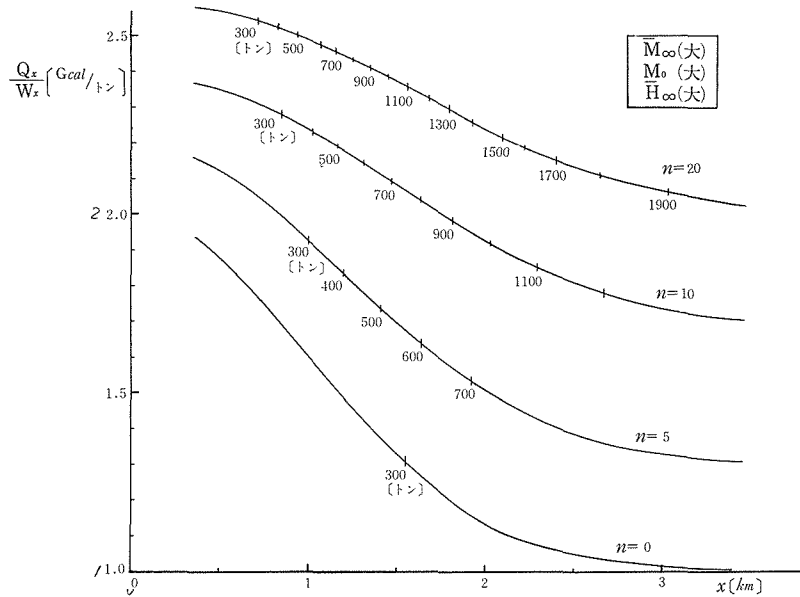
$$\bar{H}_{\infty \cdot n} (\text{大}) = 1.4 \{1.71 - \exp(-0.062n)\} \quad (3 \cdot 2 \cdot 8)$$

$$H_{o \cdot n} = 3 - \exp(-0.046n) \quad (3 \cdot 2 \cdot 9)$$

* $H_{o \cdot n}$ は現在 2 [G cal / トン] であり将来ゴミが全てセルローズになったとしても 3 [G cal / トン] なので、1種で充分と考えた。



図一 エリアと平均発熱力



図二 エリアと平均発熱力

4. 収集モデル

前回⁽²⁾に加えて、今回の収集モデルは、人口密度および排出力が x により変化する場合について述べる。プラントの立地を円形市街の中心に仮定し、地域内のゴミは全てその炉で処理されるものとする。また、収集に関する経済比較を試みるため、在来方式およびワンマン方式に分けて検討する。

中心から x 地点に巾 Δx^* の円帯を考え、両サイド $\frac{1}{2}\Delta x$ から集まるゴミを積込むものとする。(図-3 参照)

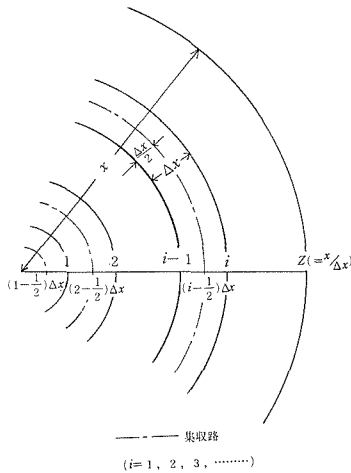


図-3 収集および往復走行

$$\text{排出量: } \Delta W_x = 2\pi P_o M_o x \exp\{-(p+m)x^2\} \Delta x \quad (4.1)$$

$$\text{延台数: } \Delta \delta_x = \Delta W_x / \tau \quad (4.2)$$

$$\text{収集走行距離: } \Delta L_x = 2\pi x \quad (4.3)$$

$$\text{往復走行距離: } \Delta S_x = 2x \Delta \delta_x \quad (4.4)$$

(4.2) 式を積分すると

$$\begin{aligned} \delta_x &= \int_0^x \Delta \delta_x \\ &= \frac{\pi P_o M_o}{(p+m)\tau} [1 - \exp\{-(p+m)x^2\}] \quad (4.2)' \end{aligned}$$

(4.3) 式は積分できないので、級数の和で求めると(図-3 参照)

$$L_x = \sum_{i=1}^z \Delta L_x = 2\pi \sum_{i=1}^z \left(i - \frac{1}{2}\right) \Delta x = \pi z^2 \Delta x \quad (4.3)'$$

(4.4) 式を積分すると

$$\begin{aligned} S_x &= \int_0^x \Delta S_x = \frac{2\pi P_o M_o}{(p+m)\tau} \left[\int_0^x \exp\{-(p+m)x^2\} dx - x \exp\{-(p+m)x^2\} \right] \\ &= \frac{2W_\infty}{\tau} \left[\frac{1}{2\sqrt{\frac{\pi}{p+m}}} \Phi^{**}(\sqrt{p+m}x) - x \exp\{-(p+m)x^2\} \right] \quad (4.4)' \end{aligned}$$

* 本論文では $\Delta x = 0.05\text{km}$ を用いる。

(2) 「ごみ収集のモデル計画」 衛生工学第13号

** 誤差関数

また、収集走行速度を次式で表わされるものとすれば（後の積分および級数を容易にするため）

$$U_x = \frac{x^2}{x^2 + 1} \cdot U_\infty \quad (4 \cdot 5)$$

図-3において、 $x = x_i$ での速度 U_i は

$$U_i = \frac{\left\{ \left(i - \frac{1}{2} \right) \Delta x \right\}^2}{\left\{ \left(i - \frac{1}{2} \right) \Delta x \right\}^2 + 1} \cdot U_\infty \quad (4 \cdot 5)'$$

さらに延時間、実台数については

$$T_s = \frac{S_x}{U_s} \quad (4 \cdot 6)$$

$$\begin{aligned} T_{r.w} &= \int_0^x \frac{\Delta W_x}{\eta_w} + \sum_{i=1}^z \frac{\Delta L_x}{U_{x.w}} \\ &= \frac{W_x}{\eta_w} + \frac{\pi z^2 \Delta x}{U_{w\infty}} + \frac{4\pi}{U_{w\infty}} \cdot \frac{1}{\Delta x} \sum_{i=1}^z \frac{1}{2i-1} \end{aligned} \quad (4 \cdot 7)$$

$$\begin{aligned} T_{r.o} &= \int_0^x \frac{\Delta W_x}{\eta_o} + \sum_{i=1}^z \frac{\Delta L_x}{U_{x.o}} \\ &= \frac{W_x}{\eta_o} + \frac{\pi z^2 \Delta x}{U_{o\infty}} + \frac{4\pi}{U_{o\infty}} \cdot \frac{1}{\Delta x} \sum_{i=1}^z \frac{1}{2i-1} \end{aligned} \quad (4 \cdot 8)$$

$$D_w = \frac{T_s + T_{r.w}}{t} \quad (4 \cdot 9)$$

$$D_o = \frac{T_s + T_{r.o}}{t} \quad (4 \cdot 10)$$

5. 収集エリアと炉

収集エリアおよび焼却炉に関する設定条件を挙げる。

- 1) 収集エリアは炉に近い地区が優先し、半径はせいぜい 2.5kmである。
- 2) 炉は5年ごとに1プラントづつ増設し、耐用年数は最大20年とする。
- 3) 炉の種類は 300 トン/日・400 トン/日 およびその倍数を考える。
- 4) 炉の処理能力およびゴミ発熱と建設費の関係は附録Iに掲げる。

図-1 および2から明らかなように、同じ量のゴミを排出するエリアは年々狭くなり、一方ゴミの発熱力は高くなるので、炉の設置にあたってはこれに留意する必要がある。

例えば図-2の場合、300 トン/日炉の設置にあたっては増設が予定される5年後の時点における熱出力^{*} 1.95G/hr を定格とすべきである。また、プラントが複数になった場合のエリア分割方法も一考を要

* ゴミ焼却炉のボイラ効率を80%と見なした、以下ゴミ発熱 [Gcal] と有効熱 [G] との区別に注意!!

しそれについても検討した。（附録Ⅱ参照）

上に述べた条件と図－１，２の発展状態から，筆者らは現在および５年後，１０年後に設置すべき炉の処理能力および熱出力を表－２の如く定めた。

表－２ 炉の処理能力および熱出力

	現 在		５ 年 後		１０ 年 後	
設 置 炉	３００ トン		４００ トン		３００ トン	４００ トン
	小	大	小	大	小	大
発熱力〔 $Gcal / \text{トン}$ 〕	1.85	1.95	1.80	2.25	1.85	2.40
炉熱出力 (G / hr)	18.5	19.5	24.0	30.0	18.5	31.0

６．熱 量 単 価

熱量単価構成の比較検討を試みる。

なお，収集費の算出にあたり，実数値は「ごみ収集のモデル計画」を参照し，人件費や車輦費等については全て実動時間当りに換算して用いた。その算出法と結果をそれぞれ（６・１）式と表－３に示す。また，プラント関係の実数値は新たに検討して算定した。（詳しくは附録Ⅰを参照）計算結果を表－４に掲げる。

$$A = \lambda \{ D_x (\mu + \varphi) R + D_x C \} + \frac{(S_x + L_x) E}{t} + \frac{(W_x / \eta) K}{t} \quad (6 \cdot 1)$$

（６・１）式の右辺第一項は人件費と車輦費，第３項と第４項はそれぞれ走行燃料費と積み込み燃料費に関する項である。

表-3 収集費の内訳 単位〔万円／ $h r$ 〕

経 年		小					大			
		0～	5	5～10	10～		5	5～10	10～	
炉		300 トン	300 トン	700 トン	700 トン	1000 トン	300 トン	700 トン	700 トン	1100 トン
人件費	在来方式	9.43	9.01	19.55	18.99	27.17	8.87	19.26	18.71	29.38
	ワンマン方式	3.79	3.70	8.46	8.36	12.01	3.70	8.42	8.32	13.12
車輦費	在来方式	3.66	3.49	7.83	7.35	10.51	3.43	7.45	7.23	11.35
	ワンマン方式	4.39	4.29	9.80	9.70	13.94	4.29	9.75	9.65	15.21
燃料費	在来方式	0.59	0.57	1.36	1.34	1.96	0.57	1.35	1.33	2.14
	ワンマン方式	0.84	0.82	1.95	1.93	2.81	0.94	1.95	1.93	3.07
小計	在来方式	13.68	13.07	28.73	27.68	39.64	12.87	28.06	27.27	42.87
	ワンマン方式	9.02	8.81	20.21	19.99	28.76	8.93	20.12	19.90	31.40
事務経費	在来方式	2.87	2.74	5.91	5.74	8.19	2.70	5.82	5.65	8.85
	ワンマン方式									
合計	在来方式	16.55	15.81	34.64	33.42	47.83	15.57	33.88	32.92	51.72
	ワンマン方式	11.89	11.55	26.12	25.73	36.95	11.63	25.94	25.55	40.25

単位〔万円／日〕

収集費	在来方式	83.3	79.0	173.0	167.0	239.0	77.9	169.4	164.6	258.6
	ワンマン方式	59.5	58.0	130.5	128.5	185.0	58.2	129.7	127.8	201.3

表-4 プラント費用の内訳

単位〔万円／日〕

経 年		0 ～ 5		5 ～ 10		10 ～	
炉		300トン		700トン		1,000トン	1,100トン
		小	大	小	大	小	大
資 本 費		53.54	54.98	119.86	127.33	173.30	222.04
	人 件 費	3.09	3.09	6.18	6.18	9.27	9.27
	電 力 費	5.35	5.50	11.98	12.74	17.34	20.10
	用 水 費	0.90	0.90	2.10	2.10	3.00	3.30
	灰 捨 費	0.90	0.90	2.10	2.10	3.00	3.30
	修 繕 費	5.35	5.50	11.98	12.74	17.34	20.10
	管 理 費	0.93	0.93	1.86	1.86	2.79	2.79
	小 計	16.52	16.82	36.20	37.72	52.74	58.86
プラント費用		70.06	71.80	156.06	165.05	226.14	280.90

表-3、4で求めた収集費とプラント費用をそれぞれ収集ゴミ量と収集熱量で割って得たゴミ量単価と熱量単価を表-5に示す。

表 5 ゴミ量単価と熱量単価

単位〔円／トン〕

		小					大				
経 年		0 ～ 5		5 ～ 10		10 ～	0 ～ 5		5 ～ 10		10 ～
炉		300トン	300トン	700トン	700トン	1,000トン	300トン	300トン	700トン	700トン	1,100トン
在 来 方 式	収 集	2 767	2 634	2 472	2 386	2 390	2 767	2 595	2 420	2 351	2 351
	プラント	2 335	2 335	2 229	2 229	2 261	2 393	2 393	2 358	2 358	2 554
計		5 102	4 969	4 701	4 615	4 651	5 160	4 988	4 778	4 709	4 905
ワンマン方式	収 集	1 984	1 934	1 865	1 836	1 850	1 984	1 938	1 853	1 825	1 830
	プラント	2 335	2 335	2 229	2 229	2 261	2 393	2 393	2 358	2 358	2 554
計		4 319	4 269	4 094	4 065	4 111	4 377	4 331	4 211	4 183	4 384
単位〔円／G〕											
在 来 方 式	収 集	2 639	1 790	2 289	1 666	1 966	2 639	1 681	1 965	1 400	1 589
	プラント	2 229	1 586	2 064	1 557	1 860	2 284	1 550	1 914	1 404	1 725
計		4 868	3 376	4 353	3 223	3 826	4 923	3 231	3 879	2 804	3 314
ワンマン方式	収 集	1 893	1 314	1 726	1 283	1 523	1 893	1 255	1 504	1 086	1 236
	プラント	2 229	1 586	2 064	1 557	1 860	2 284	1 550	1 914	1 404	1 725
計		4 122	2 900	3 790	2 840	3 383	4 177	2 805	3 418	2 490	2 961
単位〔Gcal／日〕											
収 集 熱 量		393	552	945	1 253	1 520	393	579	1 078	1 470	2 035

売熱を見込んだ経済収支を表-6に掲げる。

表 - 6 経 済 収 支

単位〔円/G〕

		小					大				
経 年		0 ~ 5		5 ~ 10		10 ~	0 ~ 5		5 ~ 10		10 ~
炉		300トン	300トン	700トン	700トン	1,000トン	300トン	300トン	700トン	700トン	1,100トン
支 出	在 来 方 式	4868	3376	4353	3223	3826	4923	3231	3879	2804	3314
	ワンマン方式	4122	2900	3790	2840	3383	4177	2805	3418	2490	2961
収 入	売 熱	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
	切 符 **	463	330	450	338	399	463	314	394	289	328
収 支 ***	在 来 方 式	-2405	-1046	-1903	-885	-1427	-2460	-917	-1485	-515	-986
	ワンマン方式	-2122	-900	-1790	-840	-1383	-2177	-805	-1418	-490	-961

表-7 国庫補助 $\frac{1}{3}$ ある場合

単位〔円/G〕

収 支	在 来 方 式	-1837	-642	-1328	-486	-951	-1877	-522	-992	-153	-572
	ワンマン方式	-1554	-496	-1215	-441	-907	-1594	-410	-925	-128	-547

附録 I

I-1 建設費

炉の処理能力およびゴミの発熱力と建設費の関係を図-Ⅰ、Ⅱに示す。

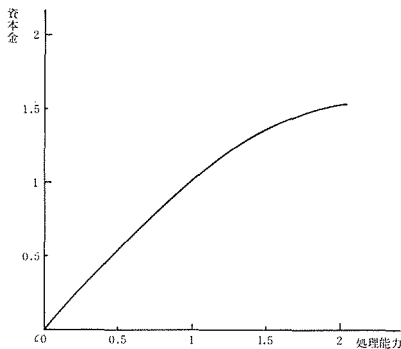


図-Ⅰ 炉の処理能力と建設費

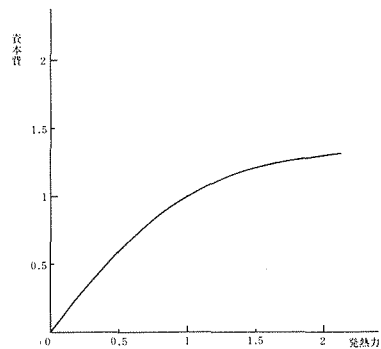


図-Ⅱ ゴミの発熱力と建設費

* プラント経費（資本費・経常費）を含む。

** 485円/トン ただしワンマン方式は無料。

*** 年間収支については稿末に掲げる。

ただし、グラフの縦軸、横軸は基準となる炉の処理能力およびゴミの発熱力と建設費を 1 unit として目盛っている。

【算出例】

300トン/日、1.5Gcal/トンの建設費15億円(基準)のとき、400トン/日、2Gcal/トンの建設費を求める。

図一Ⅰより 横軸400トン/300トン=1.33のとき縦軸1.25

図一Ⅱより 横軸2Gcal/トン / 1.5Gcal/トン=1.33のとき縦軸1.15である。

建設費 1 unit は15億円であるから

$$[400\text{トン/日}, 2\text{Gcal/トンの建設費}] = 15\text{億円} \times 1.25 \times 1.15 = 21.56\text{億円}$$

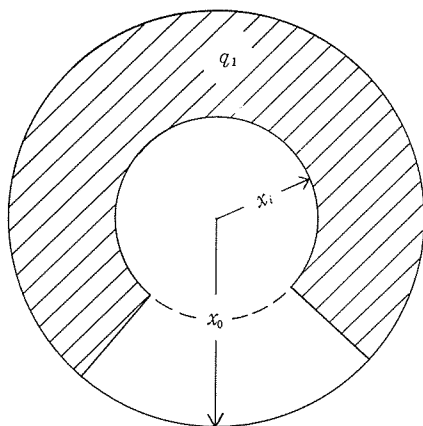
I-2 経 常 費

- (1) 人件費 : 並列2炉で24時間運転し、作業は8時間交代とする。炉ごとに2人配置して、それにクレーンマン1人で計5人。3交代の他に計量1人を置いて延16人とした。よって年間給与は960万円となる。
- (2) 電力費 : 300トン炉(ゴミ発熱力1.5Gcal/トン)の電力費を1500万円/年とし、炉の処理能力とゴミ発熱力が増えた場合の電力費は、前述した建設費の算出法と同様にして行なう。
- (3) 用水費 : 1日あたりの使用水量を、炉の処理能力と同値とする。
単価は30円/トンとする。
- (4) 灰捨て費 : 1日当りの灰量は、炉の処理能力の1割を見込み、捨て場は往復1時間ほどの地点にあるとした。5トン積トラックの借上げ料は1000円/hrと見る。
- (5) 修繕費 : 年間に建設費の1%を見込む。
- (6) 管理費 : 現業人件費の30%とする。

附 録 Ⅱ

収集エリア内の平均ゴミ発熱力が炉の熱出力の範囲内ならば、複数のプラントの場合も、各プラントが受け持つエリアは単に収集エリアを処理能力に応じて扇形に分割すればよい。

ところが、ゴミ質の成長が激しい図-2の場合、10年後では第1プラントがゴミ発熱力に耐えられなくなる恐れがある。従って、第1プラントはエリア内周辺部のゴミを処理し、カロリーの高い中心街は他のプラントが受け持つ形となる。



収集エリアの分割

その際の分割法について述べると、今、第1プラントの焼却可能なゴミ発熱力を q_1 とし、収集エリアの半径を x_0 （既知）とする。半径 x_i の中心部エリアを除いた円環部での発熱力が q_1 であるならば

$$\frac{Qx_0 - Qx_i}{Wx_0 - Wx_i} = q_1$$

これより

$$q_1 = \frac{(p+m)H_0}{p+m+h} \cdot \frac{\exp\{-(p+m+h)x_i^2\} - \exp\{-(p+m+h)x_0^2\}}{\exp\{-(p+m)x_i^2\} - \exp\{-(p+m)x_0^2\}}$$

この方程式を解くことによって x_i を求め左上図のような分割を行えばよい。

7. 結 言

ゴミ収集のモデル化、サービス・エリアの検討、さらには焼却炉の年次計画、そして最終的には、熱量単価構成による経済収支の比較検討を行なった。これを要約すると次表のようになる。

変化 小

収 集

〔万円 / 年〕

経 年			0 ～ 5	5 ～ 10	10 ～
炉			300 トン	700 トン	1000トン
支 出	資 本	在 来	4158	8823	1,2225
		ワンマン	5048	1,1340	1,6214
	経 常	在 来	2,1002	4,4094	6,2150
		ワンマン	1,3117	2,8974	4,1244
収 入	切 符	在 来	4525	1,0558	1,6592
		ワンマン	—	—	—
合 計		在 来	—2,0635	—4,2359	—5,7783
		ワンマン	—1,8165	—4,0314	—5,7458

プラント

支	資 本	在 来	1,6651	3,7276	5,3927
		ワンマン			
出	経 常	在 来	5138	1,1258	1,6402
		ワンマン			
収 入	売 熱	在 来	2,3512	5,4672	7,5635
		ワンマン			
合 計		在 来	1363	6138	5306
		ワンマン			

総 合

収 支	在 来	—1,8912	—3,6219	—5,2477
	ワンマン	—1,1977	—2,3616	—3,5560

もし国庫補助がプラント建設費の N 割有った場合の差引額

差 引 額	在 来	1667 N	3731 N	5394 N
	ワンマン			

変化 大

収 集

〔万円／年〕

経 年			0 ～ 5	5 ～ 10	10 ～
炉			300 トン	700 トン	1100トン
支 出	資 本	在 来	4129	8538	1,3201
		ワンマン	5048	1,1283	1,7692
	経 常	在 来	2,0858	4,3413	6,7223
		ワンマン	1,3254	2,8759	4,4598
収 入	切 符	在 来	4525	1,0558	1,6592
		ワンマン	—	—	—
合 計		在 来	－2,0462	－4,1393	－6,3832
		ワンマン	－1,8302	－4,0042	－6,2290

プラント

支 出	資 本	在 来	1,7099	3,9600	6,9054
		ワンマン			
	経 常	在 来	5231	1,1731	1,8305
		ワンマン			
収 入	売 熱	在 来	2,4183	6,3394	10,1075
		ワンマン			
合 計		在 来	1853	1,2063	1,3716
		ワンマン			

総 合

収 支	在 来	—1,8609	—2,9332	—5,0116
	ワンマン	—1,1924	—1,7421	—3,1982

もし国庫補助がプラント建設費のN割有った場合の差引額

差 引 額	在 来	1712 ^N	3964 ^N	6912 ^N
	ワンマン			