4-2-2 収集改善

(1) 住居構成

1983年及び2005年における住居構成は Fig. 4-2-1の通りである。ととで

収集脆弱地区

荷かと、または打鐘式収集

高級独立住宅区

道路幅、3.0 m以上

在来型独立住宅区

3.0 m以下

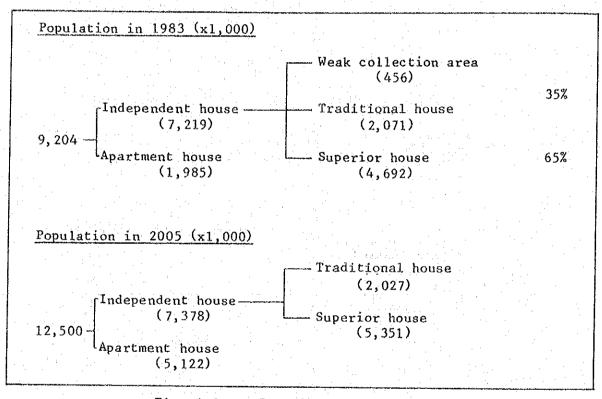


Fig. 4-2-1 Dwelling Composition

設定条件

- 1. 人口増加、3,296×10³人のうち80 %はアパート、20 %が独立住宅分と する。
- 2. 収集脆弱地区及び在来型独立住宅区の50万戸はアパートに建て替えられる と仮定した。

(2) 排出方法

1) 現状の排出方法と問題点

廃棄物の発生・排出状況はTable 4-2-3に示した通りである。現状のシステムには、いくつかの解決すべき問題がある。そのうちの1つに生ごみを、固定式のごみ箱やダストシュートピットに数日間貯留するため、臭気やごみ汁、腐敗、ハエ等が発生し、生活環境を汚染していることがあげられる。また、固定式ごみ箱やダストシュートピットは、収集効率を落とし、作業員の重労働を強いると云う欠点を有している。

2) 貯留方法

一般に、どみの貯留方法についてはTable 4-2-8に示すように数種の方法がある。貯留方法の選択に影響を及ぼすファクターとしては以下のものが考えられる。

- 1. 廃棄物の質及び量
- 2. 排出し易さ
- 3. 収集し易さ
- 4. 収集方式(各戸、ステーション、機械式積み込み等)
- 5. 収集頻度
- 6. 所用面積

Table 4-2-8 Storage Method

Immovable manually	Concrete box, Container box, Dust box
Movable manually	Polyethylene receptacle, Metal can, Paper bag, Polyethylene bag
Fixed store room	Dust chute pit
Appointed place	Storage shed for bulky waste or recoverable matter

3) 各戸およびステーション収集

現在ソウル市のどみ収集の殆どは各戸収集にて行われている。

各戸収集は、サービスレベルとしては高いものであるが、収集効率は高いと は言えない。

ステーション方式は収集効率は高いが、住民に廃棄物をステーションまで運 んでもらう必要がある。

車両収集を行う場合には、ステーション方式とすることが望ましい。 なぜなら、ステーション方式は収集効率が高いこと、及び戸別収集では、車両が各戸口まで進入出来ない可能性があるからである。

この調査では、ステーション方式を採用する場合、その間隔は50mを標準とし、収集効率の点から少なくとも20m以上、また排出時の廃棄物の持ち運びの点から、最大でも100m以下とした。

4) 排出方法

a. 可燃物

生ごみを含む可燃物を現状のコンクリートダストボックスに排出した場合、衛生面及び、収集効率の点で問題がある。従って可燃物の排出は、

- 現状の固定式のダストポックスやダストシュートピットの使用は廃止 し、水もれのない、ポリエチレンバック等を使って廃棄物を排出する。
- ーステーション方式とし、ごみは決められた日の決められた時間に出す。

b. 一般不燃物

- 一般不燃物は可燃物に比べ、環境衛生面に対する影響は少なく、また、 発生量的にも他の廃棄物に比べて少ない。従って、一般不燃物の排出方 法はつぎのとおりとした。
- 一般不燃物は、現状のコンクリートダストポックスの中に貯留するか 家の中で、袋詰めにして、置いておく。
- 収集方式はステーション方式とし、指定された日の決められた時間に ステーションへ運ぶ。
- 集中暖房付アパートでは、ダストシュートピットを、一般不燃物専用 の貯留場所として利用することが可能である。

c. 煉 炭 灰

環境面に対する考慮は、煉炭灰の場合あまり考えなくても良いと思われるが、排出、貯留方法については改善が必要である。

煉炭灰の発生量や重さの点から、現状の各戸収集をステーションに変えることに対しては、相当の抵抗が予想されるところであるが、それでもステーション方式は、収集効率及び車両の機動性の点で是非とも行わなければならない。なぜならソウル市ではまだ狭い道が多く残されており、車両収集を行う場合、車両が各戸口まで進入出来ない可能性が高いからである。

煉炭灰を、ステーションまで運ぶというわずらわしさを緩和するためには、収集頻度を増やして、好きな時に、煉炭灰を排出出来るようにする ととや、後で述べるコンテナーボックスを設置すること等によって対処する。 燥炭灰の排出貯留方式はつぎのとおりとした。

- 貯留は現状通り家の傍に積んでおくか、家の中にためておく。
- 排出は、ステーションか、コンテナーボックス方式で行う。

煉炭灰を車両に手積みする場合、作業性は非常に低くなるため、大量の どみを扱い、収集効率を高めるにはコンテナーボックスの利用が有効で ある(Fig.4-2-2)。

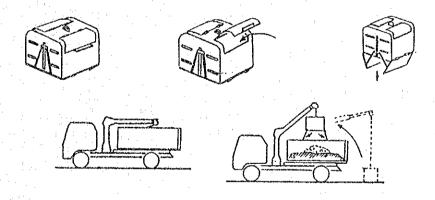


Fig. 4-2-2 Container Box and Loading Situation

現状のアパートのダストシュートピットは、衛生面や、収集作業の効率を全く考えていないという点で、また、地下にあるため、労働条件が劣悪となっている点で改善を要する。

このためには、現状のダストシュートの使用を廃止し、ステーション方式とすることが望ましい。

従って、新たにアパートを建設する際には廃棄物の収集を考慮した、ダ ストシュート形式、ピット構造とすることが肝要である。

住居形態毎の望ましい排出貯留方式をTable 4-2-9に示すとおりである。

Table 4-2-9 Recommended Storage Method

	Storage Method	3 0000
aspor to addr	Generation Storage Place Discharge	170430413550
	Combustibles Home Station	Need to discharge with bag or sack-
Independent	Non-Rombustibles Existing Concrete Box Station	Need to discharge with bag or sack. Container Box is more desirable for collection efficienty
	Briquet Ash Container Box Container Box	Station is applied if appropriate place for Container Box is not acquired
	Combustibles Home	Ditto as Independent House
	Non-Home Home Station	Ditto as Independent House
Apartment Ordinary Bouse With Dust	Briquet Ash Container Box Friquet Ash Dust Chute Pit Pit	Container Box is desirable however, Dust Chure Pit is acceptable to reduce citizens' burden
Centra1	Combustibles Home Station	Ditto as Independent House
Heating	Non- Home Home Combustibles Dust Chute Pic	Dust Chure Pit is acceptable to reduce citizens! burden
	Combustibles Home Station	Ditto as Independent House
Apartment Bouse	Non-Bone or Gombustibles Existing Concrete Box	Ditto as Independent House Existing storage shed can be used as the station
Williaus Dust Chute	Briquet Ash Container Box Container Box	Existing storage shed can be used as the station, if appropriate place for container Box is not acquired

(8) 収集頻度

収集頻度は、廃棄物の発生量及び収集日に排出される廃棄物の量によって決定される。

収集頻度はまた、車両の数、労働者数、労働時間等にも影響を与える。

収集頻度の違いに伴う、収集日当りの収集される廃棄物量は Table 4-2-10 に示すとおりである。

収集日当りの収集量の変動は、収集頻度を増すに従って、増えて行く。従って、 毎日の収集量を一定にするためには収集頻度は、なるべく少なくした方が良いと いえるが、この場合には逆に、家庭内に貯留されるごみ量が、増えて行くことを 意味している。

各廃棄物の種類ごとの収集頻度はその廃棄物の性質から以下の様に考えられる。

1) 可燃物

収集頻度は腐敗やハエの発生といった、生活環境の保全の観点から決定されるべきである。

ハエは卵からふ化するのに最低でも5日はかかるので、収集間隔はこれ以下に する必要がある。

従って、収集頻度は標準的に週3回とし、季節変動や地域特性に合わせて調整する。

収集頻度を週3回とした場合の2005年における、収集日当りの収集量は一世帯当り以下の通りである。

$$V = \frac{Q \times N \times D}{q} = 38 \sim 57 \qquad (\ell / \text{世#})$$

ことで V:収集量 (貯留ごみ量)

Q: とみ発生量 (=1.258 kg/人/日)

N:一世帯当り家族数(=4.5人/世帯)

D: 貯留日数 $(=2\sim3$ 日)

q:見掛比重 (= 0.3 Ton/m³)

Table 4-2-10 Variation of Collected Waste

									والمراوات والمراوات والمواصولة والمراوات والمراوات والمراوات والمراوات والمراوات والمراوات والمراوات والمراوات
C	ollection] }			
	frequency	Mon.	Tue.	Wed.	Thu	Fri.	Sat.	Sun.	Note
			Tue.	wea.	III G		Dat.	our.	1.000
<u>L</u>	time/week]								
	1 18 1	1				1	1		
			1					l: '	
- }	•	1 70	2 20	0.70	5 70	72.70	n 70		3 m. 7 [3 3
-	· 1	A-7Q	B-7Q	C-7Q	D-7Q	E-7Q	F-7Q	****	dmax = 7 [days]
Ì			1						
		70	70	70	70	70	70		= 42Qton
		7Q	7Q	7Q	7Q	70	7Q		- 42Qcon
		A~4Q			1 20]	· ·		
		A~4Q			A-3Q				
			B-4Q			B-2Q			
1				C-4Q			C-3Q		
Ì	2	D-4Q			D-3Q			413 WY	dmax = 4 [days]
1	۷.	D 44			אני ע	I		# T # T	diax 4 [days]
1-		:	E-4Q	."		E-3Q			
1				F-4Q	10000		F-3Q		
1		- 8Q	8Q	8Q	6Q	6Q	6Q		= 42Qton
									7295011
		A-3Q		A-2Q		A-2Q		100	
	N	5Q			D 00	·· 4	. n no		
ı			B-3Q	T 4 450	B-2Q	, ·	B-2Q		
		C-3Q		C-2Q		C-2Q			
1	3		D-3Q		D-2Q		D-2Q		dmax = 3 [days]
		E-3Q		E-2Q		E-2Q	4		James o [day)
		- 3Q		<u> Б</u> 2.Q		11 ZQ			
1.		·	F-3Q		F-2Q		F-2Q	ti i sta	
		9Q	9Q	6Q	6Q	6Q	6Q		= 42Qton
	* 1	A-2Q	A-1Q		A-20		A-2Q		
		A-2Q	B-1Q		B-2Q		B-2Q		
ł		C-2Q	C-1Q		C-2Q	-1.	C-2Q		
	,								1 0 1 3
	4	D-2Q	D-1Q	1.0	D-2Q		D-2Q		dmax = 2 [days]
	'	E-2Q		E-2Q		E-2Q	E-1Q	-1	Professional Control
1		F-2Q		F-2Q		F-2Q	F-1Q		
1	†	12Q	4Q		8Q				= 42Qton
}		14V	-44	4Q	οų	4Q	10Q		- 42QCON
		A-2Q		A-1Q	A-1Q	A-1Q	A-1Q		
				V 14					
	ĺ	B-2Q	B-1Q		B-1Q	B-1Q	B-1Q		÷
	ļ	C-2Q	C-1Q	C-1Q	January 1	C-1Q	C-1Q		
	5	D-2Q	D-1Q	D-1Q	D-1Q		D-IQ		dmay = 2 [days]
							" r r d		dmax = 2 [days]
	• • •	E-2Q	E-1Q	E-1Q	E-1Q	E-1Q			
		F-2Q		F-1Q	F-1Q	F-1Q	F-1Q		
1	T in the second second	12Q	4Q	5Q	5Q	50	5Q	~~ ·*	= 420ton
-									7245011
		A-2Q	A-1Q	A-1Q	A-1Q	A-1Q	A-1Q	ľ	· .
	*.	B-2Q	B-1Q						
	. 1			B-1Q	B-1Q	B-1Q	B-1Q	1	
	1	C-2Q	C-1Q	C-1Q	C-1Q	C-1Q	C-1Q		Alako kecapet
1	6	D-2Q	D-1Q	D-1Q	D-1Q	D-1Q	D-1Q		dmax = 2 [days]
1		E-2Q	E-1Q	E-10	E-1Q	E-1Q	E-1Q		
	, <u>.</u>	F-2Q	F-1Q	F-1Q	F-1Q	F-1Q	F-1Q		
1.1		12Q	6Q	6Q	6Q	6Q	6Q		= 42Qton
_	·····							·	

Remarks: Collection area is divided into 6 districts (A-F).

Each district generates Q ton/day of waste, dmax shows the maximum interval days to be stored. Collection is not performed on Sunday.

2) 一般不數物

一般不燃物は、環境汚染に対する影響度が少ないことや、発生量的にも少ないことから、1週間以上の収集頻度とすることも可能である。しかしながら、廃棄物が、いつまでもたまっている場合の不快感や、見栄えの悪さ等の点から、収集頻度は、1週間以内とすることが望ましい。

従って、一般不燃物の収集頻度は週1回を標準とするが、この場合収集日までの貯留量は以下の通りとなる。

$$V = \frac{Q \times N \times D}{q} = \frac{0.253 \times 4.5 \times 7}{0.3} = 2.7$$
 (ℓ /世帯)

3) 煉炭灰

煉炭灰は、タストシュートピットやコンテナーボックスに貯留させる。アパートにおける燥炭灰の収集頻度は、居住者数、ピット容積、廃棄物発生量によって定まる。コンテナーボックスの容量は通常、0.4及び0.6 mのものがある。コンテナーボックス使用の場合の収集頻度は、コンテナーボックスの容量及び、コンテナーボックスが受け持つ世帯数によって定まる。

今、もし1つのコンテナーポックスが20世帯を受け持つとすると、収集間隔、Idは、つぎのとおりとなる。

従って、収集頻度は週1~2回程度である。

もし40世帯を受け持つとすると、収集間隔は、

$$Id = 3 (2) (B)$$

であり、収集頻度は週3~4回程度となる。

用地の問題でコンテナーボックスの設置が不能な場合にはステーション方式とする。

ステーション方式の場合の収集頻度は、収集日に持ち運びする煉炭灰の重量 を考慮して定めることとした。

1回に持ち運び可能な、煉炭灰の重さを5~7 kgとすると、

Id =
$$\frac{W}{Q \times N} = \frac{5 \sim 7}{0.596 \times 4.5} = 2 \sim 3$$
 [H]

とこで、W: 持ち運び重量 (= 5 ~ 7 kg)

従って、収集頻度は週3~4回となる。

煉炭灰の季節変動は非常に大きいため、それに合わせて収集頻度を調整する。

各廃棄物ごとの標準的収集頻度をTable 4-2-11にまとめる。

Table 4-2-11 Adequate Collection Frequency of Each Waste

Waste	Collection Frequency
Combustibles	3 times/week (station)
Non-Combustibles	l time/week (station)
	1 - 4 times/week (container box*)
Briquet Ash	3 - 4 times/week (station)

*): Depend on the capacity of box and number of households.

収集日当りの収集量は Table 4-2-10 に示したように、収集頻度により変化する。 週1回の収集頻度では、収集日当りのごみ収集量は 7 Qとなるが、日曜を除く毎日 収集では火曜から土曜日までが 6 Qで月曜日に 1 2 Qを収集することになる。 このことは、毎日の労働時間を一定とすると、月曜日のみ他の日の 2 倍の収 集車が必要となることを示している。これに対し、毎日の作業量を一定とするた めには、Table 4-2-12 に示す通り、日曜日も含む毎日収集とすることが 望ましい。収集頻度は収集区分と関連して以下のように検討される。

Table 4-2-12 Variation of Collection Frequency and Number of District

a. 6 days/week - 6 districts

b. 7 days/week - 7 districts

			Coll	ecti	on Da	аy		
Area	Mon.	Tue.	Wed.	Thu.	Fri.	Sat	Sun.	Total
A B C D E F	4	4	4	3	3	3		7 7 7 7 7
	8	8	8:	6	6	6	0	42

			С	olle	ctio	n Da	у				
,	Area	Mon.	Tue	Wed.	Thu	Fri	Sat	Sun	Total		
	A'B'C'D'E'G'	3.4 2.6	3.4 2.6	3.4	2.6 3.4	2.6 3.4	2.6	2.6	6 6 6 6 6		
-		6	6	6	6	6	6	6	42		

収集とみ量を一定にするため、全地区を7つに区分する。との場合、毎日の収集量は月曜から日曜共6Qとなる。

収集区分けのサイズ、各とみ種ごとの収集頻度、季節変動等は詳細設計時に より詳細に、検討すべきであろう。

(4) 車両収集の導入

1) リャカー収集の問題点及び車両収集の必要性

現在、ほとんどのどみが、リヤカーによって収集されているが、リャカー収集には、下記にあげるいくつかの問題点を有している。

- 収集作業員の重労働
- 交通事故、雪面転倒、小規模積み換え基地での滑落(トラック積み込み時)
- 収集効率の不統一、気候等による労働条件の悪化
- 衛生面(汚水、臭い、散乱等々)
- みかけの悪さ

これらの問題を解決するには、車両収集が適しており、その理由は以下の通りである。

- 重労働の緩和及び、収集効率のアップ
- 環境保全(コンパクタートラック、天蓋付ダンプ車、コンテナー車 etc)
- 気象条件に対する強さ
- 交通事故の被害の減少(加害者となる確率は増加する危険性有)
- 収集料金の低下(サプセクション4-2-4参照)

2) 車両計画

車両は、どみ質、中間処理タイプ、収集効率、道路幅等の状況に応じて、様様のタイプのものが考えられるが、一般的には、大型の車両を用いる方が、収集効率がアップし、経費の節約が図れる。

本計画では、ごみ質、積載効率、環境対策の面から以下のタイプの車両を選 定することとした。

- 可燃ごみに対しては、臭気及び汚水のシール、圧縮による積載容量の増加、 及び投入口が低位置にあることによる、積み込み易さの点からコンパクタ ートラックとする(Fig.4-2-3)。 -一般不燃ごみ及び煉炭灰に対しては、これらのごみが圧縮性がないこと、 環境に対するインバクトが少ないこと等から、基本的にはダンプトラック とする。

ダンフトラックは荷台が高いため、ごみを積み込むのが、少々難かしい。従って、積み込み効率を高めるため、故障が少なく、かつ取り付けが容易なクレーン付ダンフトラックの採用が望ましい。

クレーンは、ステーションとコンテナーボックスの場合で、それぞれ以下の 様に使用される。

ステーションの場合は、ごみを積込み容器(かご等)につめて持ち上げる (Fig.4-2-4)。

コンテナーボックスの場合には、ボックスごとつみ上げ、ボックスの底を開いて積み込む (Fig. 4-2-4)。

どちらの場合でも、ダンフトラックは、ごみが飛び散らないようにカバーすることが必要である。

トラックの容量に関しては前述した通り、大型のもの程、収集効率は良い。
トラックのサイズは、道路幅や交通量、輸送距離等を考慮して定めるものとする。

ソウル市は、脇道や狭く混雑した道が多い。従って、基本的には 2トン車とし、アパートや商業地区の大量排出者及び、道路幅 6 m以上の道路で 4 トン車を使用することとした。

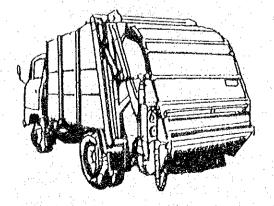


Fig. 4-2-3 Compactor Truck

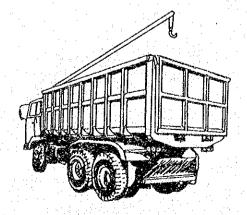


Fig. 4-2-4 Dump Truck with Crane

4-2-3 中継輸送システム

(1) 中継基地の目的

中継基地の目的は主として、輸送コスト及び二次輸送車両数の低減にある。 中継輸送システムの利点と欠点を Table 4-2-13 に示す。

Table 4-2-13 Advantages and Problems of Transfer Station

Advantages	Problems
 Decrease in labor cost of workers. Direct haul driver + collection workers Transfer station driver 2. Larger quantity transportable	 Difficulty of land acquisition for transfer station Requirements for environmental preservation of noise, odor and leachate
3. Decrease in number of collection vehicles4. Even when the location of the final disposal site is changed, change of collection plan is not required	3. Concentration of collection and transportation vehicles

中継輸送は、最終処分場や中間処理施設への輸送距離が、直送した方が経済的である距離を越えた場合に必要となる。簡単に言うと、輸送距離がある距離を越えた場合、あるこみ量を大きな容器で、数回運ぶ方が、小さな容器で、何回も運ぶよりも安くなるということである。

2005年には、最終処分場は仁川であるが、仁川はソウル市から30km以上離れてかり、後述するように、bveak-even distance(直送の場合と中継輸送の場合で、輸送量が同一となる距離)が20km以下であることから、中継輸送とした方が経済的であり、また望ましいものと判断された。

(2) 中継方法

5 種類の中継基地方式について、Table 4-2-14及び Fig. 4-2-5 に示す。

Table 4-2-14 Transfer Station

Method	Description
Common Method	Solid waste is transferred from collection car to dump truck by bucket loader or crane with bucket
Common Method with Hopper	Solid waste is dumped from collection car to dump truck through hopper
Pit and Crane Method	Solid waste is dumped from collection car to storage pit and is transferred to dump truck through hopper by crane with bucket
Compactor Container Method	Solid waste is packed in a closed container by compacting equipment
Container Transfer Method	Solid waste is collected by container collection car (1.0 m ³), and only the container is transported

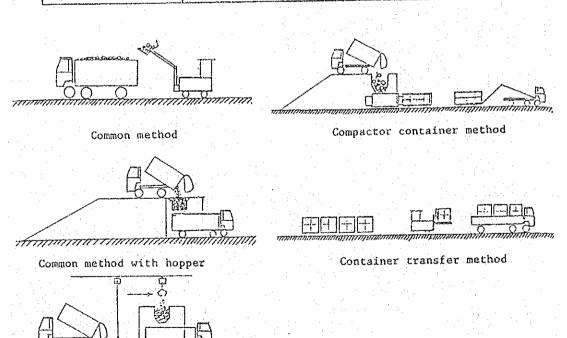


Fig. 4-2-5 Transfer Station

Pit and crane method

Table 4-2-15 Evaluation of Transfer Method

Container transfer method	. Forklift . Container	Simple & High	Basy	High	Possible (Need a large number of containers	Good	Average (Include containers)	Low	Not acceptable (Need to change collection system)
Compactor container method	. Compactor . Hopper . Container	Complex & a little low	A little difficult (Anxious about trouble with compactor)	High	A little low (Depend on ability of compactor)	Good (Concern about Noise of compressor)	Hígh	Average	Not acceptable (Expensive)
Pit and crane method	. Crane with bucket . Clamshell . Hopper	Simple 6 High	Average (Need a spare crane or clamshell)	High	Possible (Need a large volume pit)	Need some prevention (odor scartering leachete)	A liccle high	Low	Average
Common method with hopper	. Guide hopper . Bucket loader	Simple. & High	Easy (Need to control the traffic route)	High	Possible (Need a storage space)	Need some prevention (odor scattering)	Average	Low	Optimum
Common method	. Bucket loader . Crane with bucket . Clamshell	Simple & High	Easy	Average	Possible (Need a storage space)	Need some prevention (odor, scattering)	Low	Low	Acceptable (Simple)
	Equipment	Mechanism & stability	Maintenance	Efficiency	Flexibility for wastes fluctuation	Sanitary conditions	Investment cost	Operation/main- tenance cost	Evaluation

中継基地の決定に際しては、次のファクターを考慮した。

ー中継輸送効率、コスト、維持管理のし易さ、信頼度、環境面 etc.

各中継基地の比較をTable 4-2-15に示す。表より、中継輸送効率、維持管理性、信頼度の点で、平面式ホッパータイプ (Common method with hopper)が最も望ましく、同方式を採用することとした。

平面式ホッパータイプの形状図を Fig.4-2-6に示す。

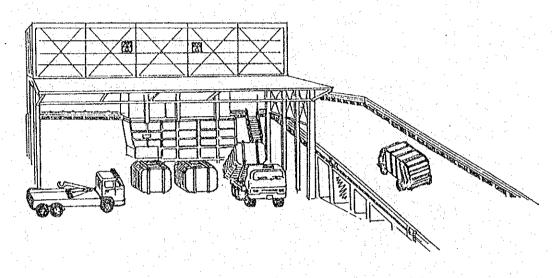


Fig. 4-2-6 View of the Transfer Station (common method with hopper)

(3) 輸送車両

中継基地から最終処分場への輸送車両は、大量のごみを効率良く運ぶものでなく てはならない。二次輸送車両として通常、大型ダンプとコンテナー車の2種類が 使われている。

コンテナー車を用いた場合の中継輸送効率は非常に高い。これは、ごみを運搬している間も、中継基地で、空のコンテナーボックスにごみの積み替え作業を継続して行えるためである。

従って、本計画でもコンテナー車を用いることとした。

コンテナーボックスの容量は大きければ大きい程効率が良いこと、及び入手のし易さの点で10トン(20㎡)コンテナーを採用した。コンテナーボックスは、上記の理由により、1台のコンテナートラック当り2個を用意することとした。

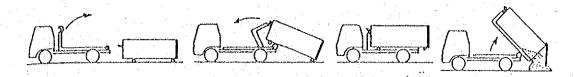
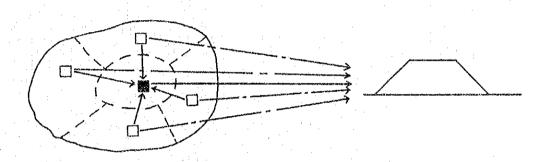


Fig. 4-2-7 Container Truck

(4) 中継輸送方式の評価

輸送距離が、直送限界距離(Break-even distance:直送と中継輸送の場合のコストが等しくなる距離)より、大きい場合には中継輸送が有利となる。中継輸送の場合の費用を以下に求め、同システム採用の妥当性を評価することとした。

- 比較モデル



: Collection area

(]: Area for one collection vehicle

📓 : Transfer station

->: Route of transfer/

transportation system

--->: Route of direct haul system

: Disposal site

Remarks: Average haul distance by direct haul system and distance from T/S to disposal site by transfer/transportation system is considered to be equal as T/S is located at the centre of collection area.

大 冀 信一

 $C = Cunit \times \mathcal{L}$

C:輸送費用 [won/ton]

セ:収集輸送距離 〔km〕

Cunit =
$$\frac{m}{q} + \frac{f \times o}{q} + \frac{2 \times s + d}{k \times \ell \times q} + \frac{V}{k \times \ell \times q \times t \times u}$$

注) 各記号の意味等はサプセクション5-5-3参照

・直送モデル

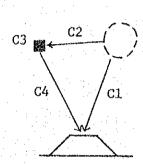
直送全コスト [won/ton]: C₁ = a₁ × L + b₁

・中継輸送モデル

収集コスト [won/ton]: C2

中継コスト ("): $C_3 = A + \frac{B}{X}$

輸送コスト ["]: C4 = a2×L+b2



ととで L: 輸送距離

X : 中継基地容量 〔ton/day〕

a,b: 労賃、維持費、燃料等、車両の収集輸送に関する係数

A,B: 中継基地に関する係数

-計算条件

- ・収集区から中継基地までの距離を 5 ㎞とする
- 輸送時見掛け密度は、 可燃物: 0.35 (t/m³)

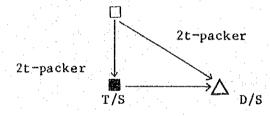
一般不燃及び煉炭灰: 0.45 [t/m³]

車両の種類別のC1, C2, C3, C4は、Table 4-2-16の通り求まる。

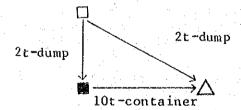
Table 4-2-16 Unit Cost (C)

Case	Kind of Vehicle	C1	C2	С3	C4
	2 ton packer car for combustible waste	602xL + 3,627	6,650	$660 + \frac{17,840}{Q}$	152xL + 570
2	4 ton packer car for for combustible waste	343xL + 3,067	4,786	1)	152xL + 570
3	2 ton dump truck for non-combustible waste & briquet ash	329xL + 2,980	4,617	11	100xL + 380
.4	4 ton dump truck for non-combustible waste & briquet ash	231xL + 2,770	3,924	11	100xL + 380

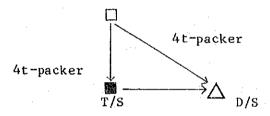
Case 1 (Combustible)



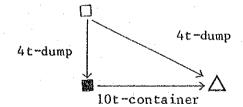
Case 3 (Non-combustible Briquet ash)



Case 2 (Combustible)



Case 4 (Non-combustible Briquet ash)



$$C1 = C2 + C3 + C4$$

Case 1	2 ton packer car:	L = 9.5 +	$\frac{39.6}{X} \dots \dots (1)$
Case 2	4 ton packer car:	L = 15.4 +	$\frac{93.4}{X} \dots (2)$
Case 3	2 ton dump truck:	L = 11.7 +	$\frac{77.9}{X} \dots (3)$
Case 4	4 ton dump truck:	L = 16.7 +	$\frac{136.2}{X}$ (4)

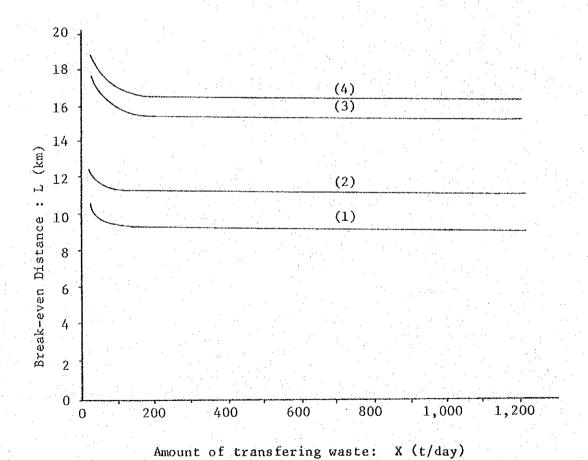


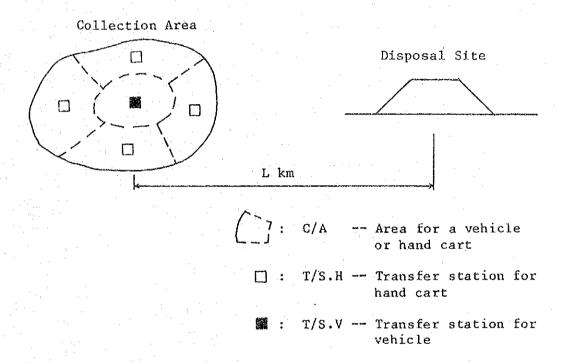
Fig. 4-2-8 Break-even Distance

最も大きい直送限界距離はケース4の場合で、日100トンのごみ量に対し、約18km、日200トンに対し約17kmである。

最も短い直送限界距離はケース1の場合で約9.5 kmである。このことは、輸送距離が、10~17 kmより長い場合には中継基地を設けた方が、収集輸送コストの低減が図れることを示している。

4-2-4 コスト比較

(1) 比較モデル



1) 各モデルのごみの流れ

1. リヤカー収集

$$C/A$$
 U_1 $T/S \cdot H$ U_2 最終処分場 $U_1 = 550m$ (ave):リャカー $U_2 = U_2$ $U_3 = U_4$ $U_4 = U_5$ $U_5 = U_6$ $U_7 = U_7$

2. 車両収集

- ∘ T/S・Vは収集区の中心に位置すると仮定する。
- 。リヤカー収集における、各T/S・Hから最終処分場までの距離の平均をLmと する。

2) 基本データ

1. どみの見掛け比重

 $: 0.4 \text{ t/m}^3$

2. リャカー及び車両の積載容量

2-1. リヤカー

: 0.5 6 t/cart (= 1.4 m^3 /cart × 0.4 t/ m^3)

 $2-2.7 \sim 8 + y = y = 7 = 6.0 \text{ t/truck} = 15 \frac{m^3}{\text{truck}} \times 0.4 \text{ t/m}^3$

2-3.2トンダンプトラック:

1.6 t/truck (= $4m^3$ /truck × 0.4 t/ m^3)

2-4.10トンコンテナー

8.0 t/container (=20m/container

 $\times 0.4 \text{ t/}m^3$)

3. 輸送速度

3-1. 収集区~中継基地 : 20 km/hr

3-2. 中継基地~最終処分場: 3 0 km/hr

3) O/Mコスト算定式

1. 収集輸送

Cunit =
$$\frac{m}{q} + \frac{f \cdot o}{q} + \frac{s \cdot w + d}{k \cdot \ell \cdot q} + \frac{V}{k \cdot \ell \cdot q \cdot t \cdot u}$$

Cunit: O/M = -y + J + [won/t/km]

:車両 O/M コスト

 $\{ \text{won} / kn \}$

:燃料消費率

 (ℓ/km)

:燃料单価

[won/L]

:作業員労働単価

(won/日)

:作業員人数

[人]

d : 運転手労働単価

(won/日)

V. :車両購入費 (won/台)

:積載容量 \mathbf{q}

〔 t/台〕

ニトリップ数

〔トリップ/日/台〕

:原価償却年数

[年]

:年間稼動日数

〔日/年〕

: トリップ当り走行距離

[km/トリップ]

注) 各記号の値及び意味はサブセクション5-5-3参照。

$$Ct = Cunit \times \ell$$

$$= \frac{m \times \ell}{q} + \frac{f \times o \times \ell}{q} + \frac{s \times w + d}{k \times q} + \frac{V}{k \times q \times t \times u}$$

2. T/S·V

$$Ct = \frac{660 \times Q + 17,840}{Q} = 660 + \frac{17,840}{Q}$$

Ct:トン当り O/M コスト [won/t]

Q:処理ごみ量

(ton/day)

- 注)・17,840は中継基地に対する固定費
 - リヤカーの積み換え場のO/M費は値的に小さいため無視する。
- 3. トリップ当り走行距離: &

$$\ell = L' + 2 L$$

L': 収集距離

L: 輸送片道距離

- (2) 0/M コストの算定
 - 1) リヤカーモデル
 - 1. 収集区~積み換え場(リヤカー)

$$Ct_1 = \frac{m}{q \times k \times u} + \frac{f \times o \times \ell}{q} + \frac{s \times w + d}{k \times q} + \frac{V}{k \times q \times t \times u}$$

m: リヤカー O/M コスト [10,000 won/year]

Te:日当り実作業時間 [min/day]

Tk:トリップ当り作業時間[min/トリップ]

$$C\,t_{\,1} = \frac{1\,\,0,0\,\,0\,\,0}{0.5\,\,6 \times 3 \times 3\,\,0\,\,0} + \frac{0 \times 2\,\,7\,\,0 \times \mathcal{L}}{0.5\,\,6} + \frac{9,5\,\,0\,\,0}{3.0 \times 0.5\,\,6} + \frac{5\,\,0,0\,\,0\,\,0}{3.0 \times 0.5\,\,6 \times 3 \times 3\,\,0\,\,0}$$

= 5.708 (won/ton)

$$Ct_2 = \frac{m \times \ell}{q} + \frac{f \times 0 \times \ell}{q} + \frac{s \times w + d}{k \times q} + \frac{V}{k \times q \times t \times u}$$

$$k = \frac{Te}{Tt + Tn + Td} = \frac{420}{40 + 120 \times L/30 + 20} = \frac{105}{15 + L}$$

Tt:積み込み時間(積み換え場)[m/トリップ]

Tn:輸送時間

[min/トリップ]

Td:積み降し時間(最終処分場) [min/トリップ]

$$Ct_{2} = \frac{96 \times 2 \times L}{6} + \frac{0.4 \times 270 \times 2 \times L}{6} + \frac{12,500 \times (15 + L)}{105 \times 6} + \frac{21,700,000 \times (15 + L)}{105 \times 6 \times 6 \times 300}$$

 $= 585 + 107 \times L \text{ (won/ton)}$

3. Total

$$Ct = Ct_1 + Ct_2 = 107 \times L + 6.293$$
 (won/ton)

2) 車両収集

1. 収集区~中継基地(2トンダンプトラック)

$$C\,t_{\,1} = \frac{m\times \ell}{q} + \frac{f\times 0\times \ell}{q} + \frac{s\times w+d}{k\times q} + \frac{V}{k\times q\times t\times u}$$

$$k = \frac{Te}{q \, (\, 1\, 6.7 \times E\ell + E\, t\,\,) + Tn + Td} = \frac{4\, 2\, 0}{1.6 \times (\, 1\, 6.7 \times 1 + 4\,\,) + 1\, 2\, 0 \times 5/20 + 10}$$

Ee: 積込み効率

 (\sec/kg)

Et:移動効率

[min/ton]

Tn:輸送時間

[min/トリップ]

Td:積み換え時間(中継基地)[min/トリップ]

$$\mathcal{L} = 2 \times L + L' = 2 \times 5 + \frac{1}{6.0} \times Et \times Vc \times q = 1 \ 1.0 \ 7 \ (km)$$

Vc:収集時走行速度 〔km/hr〕

$$Ct_1 = \frac{6.8 \times 11.07}{1.6} + \frac{0.17 \times 270 \times 11.07}{1.6} + \frac{2 \times 9.500 + 12.500}{5.74 \times 1.6}$$

$$+\frac{12,300,000}{5.74\times1.6\times6\times300}$$

$$= 4,962$$
 (won/ton)

2. 中継基地~最終処分場(10トンコンテナー)

$$\begin{aligned} \text{Ct}_{2} &= \frac{m \times \ell}{q} + \frac{f \times 0 \times \ell}{q} + \frac{s \times w + d}{k \times q} + \frac{V}{k \times q \times t \times u} \\ k &= \frac{\text{Te}}{\text{Tt} + \text{Tn} + \text{Td}} = \frac{420}{20 + 120 \text{ L} / 30 + 20} = \frac{105}{10 + \text{L}} \\ \text{Ct}_{2} &= \frac{171 \times 2\text{L}}{8} + \frac{0.4 \times 270 \times 2\text{L}}{8} + \frac{12.500 \times (10 + \text{L})}{105 \times 8} \\ &+ \frac{42.150,000 \times (10 + \text{L})}{105 \times 8 \times 6 \times 300} \end{aligned}$$

= 427 + 113L

3. 中継基地、O/M費

$$Ct_8 = 660 + \frac{17,840}{Q}$$

4. Total

$$Ct = Ct_1 + Ct_2 + Ct_3 = 113 \times L + 6.049 + \frac{17.840}{Q}$$
 [won/ton]

(8) リヤカー収集及び車両収集のコスト比較

リヤカー収集及び車両収集のコスト算定式をTable 4-2-17に示す。

Talbe 4-2-17 O/M Cost of Different Collection Methods

Method	O/M Cost [\dagger/ton]	
Collection by hand cart with T/S	107 x L + 6,293	
Collection by vehicle	$113 \times L + 6,049 + 17,840$	
with T/S	Q	

Note L: Haul distance from a transfer station to a disposal site [km]

Q: Amount of waste [ton]

両者の費用比較を Table 4-2-18 に示す。

労働時間や稼動日数等、同一条件での比較では両者の差は殆んどみられないが、 費用の中で人件費の占める制合は、Table 4-2-19に示す通り、リャカー収集の 方がかなり大きい。従ってこれからの労働賃金の上昇を考えると、将来的には車 両収集の方が有利であるといえよう。

Table 4-2-18 Cost Comparison

unit: (won/ton)

Item	Hand Cart System	Improved System	Remarks
(1) Collection	* 5,708	4,962	* Including cost for unloading from hand cart onto dump truc
(2) Transfer Station	*	700	* Small scale transfer station
(3) Transportation (to Nanjido)	2,190	2,122	Hauling distance is assumed to be 15 km
(4) Transportation (to Incheon)	4,865	4,947	Hauling distance is assumed to be 40 km
Total (1)+(2)	5,708	5,662	
Total (1)+(2)+(3)	7,898	7,784	
Total (1)+(2)+(4)	10,573	10,609	

Note: Including depreciation costs

Table 4-2-19 Portion of the Personnel Expenses against Total Cost

		Hand	cart	Vehicle (Q=100t)
Distance	Item	Cost	%	Cost	%
L = 10 km	P/E T/C	6,151 7,363	84	4,387 7,197	61
L = 20 km	P/E T/C	6,349 8,433	75	4,536 8,327	54
L = 30 km	P/E T/C	6,548 9,504	69	4,681 9,457	50

Note: P/E personnel expenses

T/C total cost

4-2-5 収集輸送最適代替案

マスタープランの収集輸送最適案は以下の通りである。

- (1) 分別数
 - 3 種分別
 - 2種分別(セントラルヒーティングアパート)
- (2) 貯留方法
 - ー標準型コンテナーボックス (0.4 、 0.6 m³)
 - 一紙またはプラスチックバッグ(50cm×70cm)
- (3) 収集方式
 - ーステーション収集
 - カープサイド収集
- (4) 収集頻度
 - -週3回 (可燃物)
 - -週1回 (一般不燃物)
 - -週1~4回(煉炭灰)
- (5) 収集車両 *
 - 2 トンまたは 4 トンパッカー車 (可燃物)
 - 2トンまたは 4トンタンプトラック(一般不燃物及び煉炭灰)
 - *) 4トン車は道路幅6m以上の所に使用
- (6) 中継基地

平面式、ホッパータイプ

(7) 二次輸送車

10トンコンテナー車(20㎡)

(8) パーキングスペース

将来の収集車両の増加に伴い現状の駐車場では用地が足りなくなることが考えられる。

従って新たな駐車用地や、中継基地等の駐車用地を事前に確保する必要がある。

(9) 収集輸送システム一覧表

Table 4-2-20 に、収集・輸送システムをまとめて示す。

Table 4-2-20 Collection and Transportation System Diagram

									-
Dwelling Type	æ.	Waste	Storage Place	Storage Method Storage Receptacle	Discharged Place	Collection* Vehicle [2 or 4 ton]	Inter- midiate Facility	Transportation Vehicle [10 ton]	Description
		Combustibles	Ноше	Polyethlene Bag	Station or Ourbside	Compactor Truck	1/c	Container Truck	Need to discharge with bag or sack
Independent	Ident	Non- Combustibles	Home or Existing Concrete Box	Carriable Bag	Station or Curbside	Dump Truck with Grane	T/S		Need to discharge with bag or sack. Container box is more desirable for collec- tion efficienty
		Briquet Ash	Container Box	Container Box	Container Box	Dump Truck with Crane	1/s	**************************************	Station is applied if appropriate place for Container Box is not acquired
		Combustibles	Home	Polyethlene Bag	Station or Curbside	Compactor Truck	I/c	Container Truck	Ditto as Independent House
	Ordinary	Non- Combustibles	Home	Carriable Bag	Station or Ourbside	Dump Truck with Crane	T/S	*	Ditto as Independent House
Apart- ment House		Briquet Ash	Container Box (Dust Chute Pit)	Container Box (Dust Chute Pit)	Container Box (Dust Chute Pit)	Dump Truck with Crane	r/s	#	Container Box is desirable however, Dust Chute Pit is acceptable to reduce citizens' burden
Dust Chute		Combustibles	Home	Polyethlene Bag	Station or Ourbside	Compactor Truck	1/c	Costainer Truck	Ditto as Independent House
	Central Heated	Non- Combustibles	Home (Dust Chute Pit)	Carriable Bag (Dust Chute Pit)	Station or Curbside (Dust Chute Pit)	Dump Truck with Crane	T/S	2	Dust Chute Pit is acceptable to reduce citizens'
		Combustibles	Home	Polyethlene Bag	Station or Gurbside	Compactor Truck	1/0	Container Truck	Ditto as Independent House
Apartment House with	Apartment Bouse without	Non- Combustibles	Home or Existing Concrete Box	Carriable Bag	Station or Curbside	Dump Truck with Grane	T/S	5	Ditto as Independent House Existing storage shed can be used as the station
Dust Chute	nc Tu	Briquet Ash	Container Box	Container Box	Container Box	Dump Truck with Grane	1/8	z	Existing storage shed can be used as the station, if appropriate place for con- tainer Box is not acquired
					W	·			

Note, I/C: Incineration T/S: Improved Transfer Station

4-3 中間処理

4-3-1 中間処理の代替案

(1) 処理システム

固形廃棄物処理の基本理念は、ごみを無害化、安定化するとともに、資源回収と減容化とを図ることであろう。破砕、資源回収、焼却、堆肥化その他の中間処理は、処理の中心となる部分であるが、公共事業の一環として経済的なシステムを採用することも考えに入れなければならない。一般的に、中間処理を行わないで埋立てる方法は短期的な観点から見れば最も安価な方法であるが、長期的観点に立って固形廃棄物処理システムを考えた場合、一概に決めつけられるものではなく、そのプロジェクトの背景に基づいた中間処理システムを採用する必要があろう。

中間処理の目的は2つあげることができる。1つは、最終処分地を経済的に利用するためにごみを減容化することであり、もう1つは、資源回収を目的としたものである。焼却による処理は前者のタイプであるが、大規模の焼却の場合は、余熱利用などが可能であるため、後者の目的も含有している。

処理システムは、それぞれ目的を異にする単位操作から成っており、そのうち資源回収プロセスに関する分類をすれば以下のように体型化できる。

- 1. 原料として使用するためにそのまま回収する
- 2. 化学的に変化させたものを回収
- 3. 生物学的に変化させたものを回収
- 4. エネルギー回収
- 5. 物質的およびエネルギー回収

(2) 単位プロセス

a.破 砕

こみを選別するためには、破砕して大きさを一定以下にすることが必要である。 破砕装置には種々のものがあるが、その役割は次の通りである。

- 1. 選別のための前処理: ごみ量を減らし、大きさを均一にして選別を容易 にする。
- 2. 減容化: どみを粉砕した場合、輸送コストが減少し、埋立地の寿命が伸 びる。
- 3. 焼却や堆肥化の前処理: ごみの粒径を細かくし、均一にさせて燃焼・発 酵効率を良くする。

b.選 別

選別は、大きさや重さの違いや磁気、電気、光、化学物質などに対する特性 の差異によって行われる。

機械選別の他に、手選別も可能である。回収物の手選別は、手軽に行えるため、広く行われている。しかし、選別につきまとうミスや、回収物の大きさがある範囲のものに限られることなどの問題がある。

c.焼 却

焼却は、可燃物の燃焼をコントロールし、ガスと焼却残渣とに変える方法である。焼却の最大の利点は、原ごみの80~90%を減容化できることであると同時に、埋立て時の安定性が他のプロセスよりも高いことである。

しかし、焼却処理は、多大な投資コスト、運転コストがかかると同時に維持 管理に高度な技術を要するばかりでなく、適切な対策がとられない場合には 大気汚染をひき起す場合もある。代表的な焼却炉をTable 4 - 3 - 1 に示す。

Table 4-3-1 Typical Incinerator and Pyrolysis Units

Fluidized Bed Incinerator	buner fluidizing fluidizing residues	urning by which is heated to 700 - 900°C, where incineration occurs. Heat medium is fluidized by an air flow and the air is used in the burning.	Operation is relatively simple.	e than 20% Waste material containing more than 20% - process. 30% plastics is difficult to process. an fluidized
Stoker Incinerator	refuse exhaust gas	Feedstock on the stoker goes through drying, burning snd after-burning by the movements of stokers.	Power consumtion is small.	 Feedstock containing more than 20% plastics is difficult to process. NO_X is generated more than fluidized bed type.
Dual Tower Pyrolysis	exhaust gas burner burner air residues	The reactor consists of two fluidized beds. One pyrolyzes feedstock and another burns char produced by the pyrolysis. Two beds are sealed by heat media (sand). Partial product gas is used for fluidization of the pyrolysis reactor and air for lift and fluidization of the bed.	High calorific gas makes storage or delivery easy. Char and tar which are difficult for further use are utilized in the reactor, but gas can be recovered.	1. System is unproven as yet. 2. Initial cost is high.
	Cross Section	Description	Advantages	Disadvantages

d. 熱分解

熱分解は、高温、無酸素の状態で有機物を分解する技術である。このプロセスは、発熱反応である焼却プロセスと異り、吸熱反応である。熱分解の主眼は、ごみの減量化、燃料の回収、ガス発生量の低減にある。

e. コンポスティンク

コンポスティングは、有機性ごみを生物学的に分解し、肥料や土壌改良材と して利用可能な安定した腐植質の最終生成物を作る技術である。近年のコン ポスティングはもっぱら好気的な条件下で行われている。

コンポスティングの操作で重要なことは、成分のバランスと含水率であり、C/N比と含水率が好適な値でなければ下水汚泥やし尿汚泥などを添加して調整することが必要である。しかし、コンポスティングの最も大きな問題点は、その市場性であり、もしマーケットがなければ生産の意味はない。コンポスティングの方法は大きく分けて機械式と人力式とに分けられる。代表的なコンポスティング方法をTable 4-3-2に示す。

f. RDF

都市ごみは紙、プラスチックを多く含んでいるので、それを燃料として活用することができる。ごみから作った燃料はRDFと呼ばれ、圧縮して固化した後、石炭と同様に直接燃料として使用される。しかし、この処理法は、金属やガラスなどを除く前処理が必要であり、その経済性も立証されていない。

g.メタン回収

エネルギー回収としてのメタン化は、嫌気性消化または埋立式ガス回収の形で行われる。嫌気性消化は、廃棄物の有機成分が嫌気性発酵により、まず有機酸やアルコールになり、それがメタン、二酸化炭素および水に変わり生成されたメタンは、燃料として回収される。

h. 飼料

セルロースを多く含むどみは、発酵や加熱処理によって動物の飼料にすることができる。しかし、このシステムを都市どみに適用するには、現在では経済的に成り立たないと考えられている。

Table 4-3-2 Typical Composting Units

Manual Type (Windrow)	Windrow	Refuse is spread out into windrows where the fermenting materials are mixed periodically by a payloader. The necessary fermentation period is from 30 to 90 days.	1. Construction is very simple 2. Construction cost is lower than others.	1. Larger area is needed than others. 2. Longer fermentation period is required than others. 3. Odor control is difficult. 4. Mixing is troublesome.
. Units Mechanical Vertical Type	eyor Blover	Waste is injected from the top and is slowly transferred to a successively lower floor by a mechanical means. This gradual dropping accomplishes aeration. The needed fermentation period is from 10 to 30 days.	1. Can be installed in a smaller area than others. 2. Odor is prevented due to closed type.	Construction cost and maintenance cost are high.
Table 4-3-2 Typical Composting Mechanical Horizontal Type	Agitator	Refuse is spread, moved and mixed by a mechanical device which moves back and forth on a horizontal plane. The mixing achieves aeration. The required fermentation period is from 10 to 30 days.	1. Construction is simple. 2. Operation and maintenance are easy. 3. Construction cost is lower than vertical type.	1. Larger construction area is needed than vertical type. 2. Odor control is difficult.
	Cross Section	Description	Advantages	Disadvantages

4-3-2 焼却と発電の可能性

(1) 三成分と低位発熱量の計算

中間処理に供されるどみ質は、発生するとみの平均的とみ質とは異なる。即ち、分別収集または混合収集などの収集形態の違いに従ってごみ質を再検討しなければならない。このセクションでは、セクション3-3で予測したごみ質をもとに2種分別と3種分別を行った場合における処理の適合性を検討する。

焼却の適否の判定条件として最適なものは、低位発熱量である。このサブセクションでは、2種および3種に分別した場合の3成分と、その時の低位発熱量を計算した。ここで、分別のしかたは下記の通りである。

3成分は、次式を用いて算出した。

揮発性物質:
$$V$$
 (%) = $\frac{100 \text{ v}}{\text{v} + \text{a} + \text{m}}$

灰 分:A(%) =
$$\frac{100 \text{ a}}{\text{v} + \text{a} + \text{m}}$$

水 分: M(%) =
$$\frac{100 \text{ m}}{\text{v} + \text{a} + \text{m}}$$

ことで、v, a, m は次のようにして計算される。

- 2種分別の場合

$$v = 0.8 \frac{7}{i=1} c_{i} \left(1 - \frac{m_{i}}{100}\right)$$

$$a = 0.2 \frac{7}{i=1} c_{i} \left(1 - \frac{m_{i}}{100}\right) + \frac{10}{i=8} c_{i} \left(1 - \frac{m_{i}}{100}\right) + 0.1 c_{11} \left(1 - \frac{m_{11}}{100}\right)$$

$$m = \frac{10}{i=1} c_{i} \frac{m_{i}}{100} + 0.1 c_{11} \frac{m_{11}}{100} + 0.9 c \frac{m_{11} - 8}{100}$$

$$= \frac{11}{i=1} c_{i} \frac{m_{i}}{100} - 0.072 c_{11}$$

- 3種分別の場合

$$v = 0.8 \quad \frac{7}{1} \quad c \left(1 - \frac{m_i}{100} \right)$$

$$a = 0.2 \quad \frac{7}{1} \quad c_i \left(1 - \frac{m_i}{100} \right) + 0.1 \quad \frac{11}{2} \quad c_i \left(1 - \frac{m_i}{100} \right)$$

$$m = \frac{7}{1} \quad c_i \quad \frac{m_i}{100} + 0.1 \quad \frac{10}{8} \quad c_i \quad \frac{m_i}{100} + 0.1 \quad c_{11} \quad \frac{m_{11}}{100} + 0.9 \quad \frac{11}{100} \quad c_i \quad \frac{m_{10}}{100}$$

$$= \frac{11}{100} \quad c \quad \frac{m_i}{100} - 0.072 \quad \frac{11}{100} \quad c_i$$

$$= \frac{11}{100} \quad c \quad \frac{m_i}{100} - 0.072 \quad \frac{11}{100} \quad c_i$$

とこで、 c_i と m_i は、それぞれ組成iの原単位および含水率である。組成の番号、原単位、含水率の値はTable4 -3 -3 に示す。

乾燥態可燃物の80%が揮発性物質で、残りの20%が灰分であると仮定して上記の各式をたてた。一方、不燃物は全て灰分であると仮定した。また、煉炭灰の含水率は、分別収集時は8%であると仮定した。即ち、混合収集時には、他のごみから水分が移行するため煉炭灰の含水率が高くなっているものと考えた。

中質ごみと低質ごみとのごみ質の計算においては、それぞれ年平均の含水率の値と夏の含水率を補正した値とを用いた。低質ごみの含水率の値は、前述したように現地基礎調査の値に基づき検討を行い、夏の含水率の値を 1.15 倍した値を用いた(Table 4-3-3)。

Table 4-3-3 Moisture Content and Generation Rate Fluctuation

Combustibles) Average Summer Summer Average Minter Minter Average Minter Minter Average Minter Minter Average Minter Minter </th <th>Component</th> <th>Moisture</th> <th>Moisture Content (%)</th> <th>oeneral (kg</th> <th>(kg/cap/d)</th> <th>10 1760</th> <th>Generation (kg/cap/d)</th> <th>llon Kate in ap/d)</th> <th>ın 2005</th> <th>Component</th>	Component	Moisture	Moisture Content (%)	oeneral (kg	(kg/cap/d)	10 1760	Generation (kg/cap/d)	llon Kate in ap/d)	ın 2005	Component
37.5 40.9 0.241 0.228 0.217 0.387 0.431 0.470 25.1 27.4 0.038 0.036 0.034 0.032 0.036 0.039 24.9 27.1 0.044 0.042 0.040 0.069 0.076 0.033 80.6 88.0 0.384 0.364 0.346 0.343 0.382 0.417 22.3 24.3 0.108 0.009 0.009 0.009 0.009 0.009 6.1 6.6 0.008 0.008 0.009 0.009 0.008 0.009 16.5 18.0 0.122 0.116 0.110 0.104 0.116 0.116 0.116 0.128 0.009 16.5 18.0 0.012 0.010 0.010 0.009 0.008 0.008 0.008 0.009 0.009 8.9 9.7 0.069 0.065 0.010 0.010 0.010 0.010 0.010 0.011 0.010 0.011 0.011 </th <th></th> <th>Average</th> <th>Summer</th> <th>Summer</th> <th>Average</th> <th>Winter</th> <th>Summer</th> <th>Average</th> <th>Winter</th> <th>No.</th>		Average	Summer	Summer	Average	Winter	Summer	Average	Winter	No.
37.5 40.9 0.241 0.228 0.217 0.387 0.431 0.470 25.1 27.4 0.038 0.036 0.034 0.035 0.036 0.039 24.9 27.1 0.044 0.042 0.040 0.069 0.076 0.039 80.6 88.0 0.384 0.364 0.346 0.343 0.382 0.417 22.3 24.3 0.108 0.102 0.097 0.188 0.209 0.228 6.1 6.6 0.008 0.008 0.009 0.008 0.008 0.008 0.008 16.5 18.0 0.122 0.116 0.110 0.116 0.116 0.116 0.126 0.008 0.008 16.5 18.0 0.031 0.029 0.085 1.130 1.258 1.372 0 0 0.031 0.029 0.062 0.110 0.122 0.133 8.9 9.7 0.081 0.171 0.163 0.163	(Combustibles)									
25.1 27.4 0.038 0.036 0.034 0.032 0.036 0.036 0.039 24.9 27.1 0.044 0.042 0.040 0.069 0.076 0.083 80.6 88.0 0.384 0.364 0.345 0.343 0.382 0.417 22.3 24.3 0.108 0.102 0.097 0.188 0.209 0.208 6.1 6.6 0.008 0.008 0.008 0.007 0.008 0.009 16.5 18.0 0.122 0.116 0.110 0.104 0.116 0.126 0 0.025 0.089 0.852 1.130 1.258 1.372 1 0.045 0.089 0.062 0.048 0.054 0.054 0.059 8.9 9.7 0.081 0.077 0.073 0.069 0.077 0.069 0.075 0.253 0.276 18.9 20.6 0.457 0.975 1.428 0.280 0.596	Paper	37.5	40.9	0.241	0.228	0.217	0.387	0.431	0.470	, r-4
24.9 27.1 0.044 0.042 0.040 0.069 0.076 0.083 80.6 88.0 0.384 0.364 0.346 0.343 0.382 0.417 22.3 24.3 0.108 0.102 0.097 0.188 0.209 0.228 6.1 6.6 0.008 0.008 0.007 0.008 0.009 0.008 0.009 16.5 18.0 0.122 0.116 0.110 0.104 0.115 0.126 0 0 0.045 0.896 0.852 1.130 1.258 1.372 1 0 0 0.031 0.029 0.028 0.044 0.054 0.059 8.9 9.7 0.069 0.065 0.062 0.110 0.122 0.133 8.9 9.7 0.081 0.077 0.073 0.059 0.054 0.054 18.9 20.6 0.457 0.975 0.280 0.259 0.875 0.875 18.9 20.6 0.457 0.975 1.428 0.280 0.596	Wood	25.1	27.4	0.038	0.036	0.034	0.032	0.036	0.039	5
80.6 88.0 0.384 0.364 0.346 0.343 0.382 0.417 22.3 24.3 0.108 0.102 0.097 0.188 0.209 0.228 6.1 6.6 0.008 0.008 0.008 0.007 0.008 0.009 16.5 18.0 0.122 0.116 0.110 0.104 0.116 0.126 0 0 0.945 0.896 0.652 1.130 1.258 1.372 1 0 0 0.031 0.029 0.028 0.048 0.054 0.059 8.9 9.7 0.069 0.065 0.062 0.110 0.122 0.133 8.9 9.7 0.081 0.077 0.073 0.069 0.077 0.084 1. 18.9 9.7 0.081 0.077 0.073 0.059 0.055 0.253 0.276 18.9 20.6 0.457 0.975 1.428 0.280 0.596 0.873 1 18.9 20.6 0.457 0.975 1.443 1.637 <td>Textiles</td> <td>24.9</td> <td>27.1</td> <td>0.044</td> <td>0.042</td> <td>0.040</td> <td>0.069</td> <td>0.076</td> <td>0.083</td> <td>ന ന</td>	Textiles	24.9	27.1	0.044	0.042	0.040	0.069	0.076	0.083	ന ന
22.3 24.3 0.108 0.102 0.097 0.188 0.209 0.228 6.1 6.6 0.008 0.008 0.007 0.008 0.009 16.5 18.0 0.122 0.116 0.110 0.116 0.116 0 0.945 0.896 0.652 1.130 1.258 1.372) 0 0 0.031 0.029 0.028 0.048 0.054 0.059 8.9 9.7 0.069 0.065 0.062 0.110 0.122 0.133 8.9 9.7 0.081 0.077 0.073 0.069 0.073 0.069 0.077 0.084 11 18.9 20.6 0.457 0.975 1.428 0.253 0.253 0.276 18.9 20.6 0.457 0.975 1.428 0.280 0.596 0.873 1 18.9 20.6 0.457 0.972 2.443 1.637 2.107 2.521	Garbage	80.6	88.0	0.384	0.364	0.346	0.343	0.382	0.417	4
6.1 6.6 0.008 0.008 0.008 0.008 0.009 0.009 0.009 0.009 0.009 0.0110 0.110 0.116 0.116 0.116 0.116 0.116 0.126 0.126 0 0.945 0.896 0.652 1.130 1.258 1.372) 0 0.031 0.029 0.028 0.048 0.054 0.059 8.9 9.7 0.069 0.065 0.062 0.110 0.122 0.133 8.9 9.7 0.081 0.077 0.073 0.069 0.077 0.069 0.077 0.059 0.075 0.059 0.076 0.059 0.076 0.163 0.253 0.276 0.276 18.9 20.6 0.457 0.975 1.428 0.280 0.596 0.873 18.9 20.6 0.457 0.975 2.443 1.637 2.107 2.521	Plastics	22.3	24.3	0.108	0.102	0.097	0.188	0.209	0.228	in Z
16.5 18.0 0.122 0.116 0.110 0.104 0.116 0.126 0.945 0.896 0.852 1.130 1.258 1.372 0 0.031 0.029 0.028 0.048 0.054 0.059 8.9 9.7 0.069 0.065 0.010 0.112 0.133 8.9 9.7 0.081 0.077 0.069 0.069 0.073 0.059 0.077 0.084 18.9 20.6 0.457 0.975 1.428 0.253 0.253 0.276 18.9 20.6 0.457 0.975 1.428 0.280 0.596 0.873 18.9 20.6 0.457 0.975 1.428 0.280 0.596 0.873	Rubber	6.1	9.9	0.008	0.008	0.008	0.007	0.008	0.009	.
0.945 0.896 0.652 1.130 1.258 1.372 0 0 0.031 0.029 0.028 0.048 0.054 0.059 8.9 9.7 0.069 0.065 0.062 0.110 0.122 0.133 8.9 9.7 0.081 0.077 0.073 0.069 0.077 0.084 18.9 20.6 0.457 0.975 1.428 0.280 0.596 0.873 18.9 20.6 0.457 0.975 1.428 0.280 0.596 0.873 1.583 2.042 2.443 1.637 2.107 2.521	Others	16.5	18.0	0.122	0.116	0.110	0.104	0.116	0.126	7
0 0 0.031 0.029 0.028 0.048 0.054 0.059 8.9 9.7 0.069 0.065 0.062 0.110 0.122 0.133 8.9 9.7 0.081 0.077 0.073 0.069 0.077 0.084 18.9 20.6 0.457 0.975 1.428 0.253 0.253 0.276 18.9 20.6 0.457 0.975 1.428 0.280 0.596 0.873 1.583 2.042 2.443 1.637 2.107 2.521	(Sub-total)			0.945	968.0	0.852	1.130	1.258	1.372	
0 0 0 0.029 0.028 0.048 0.054 0.059 8.9 9.7 0.069 0.065 0.062 0.110 0.122 0.133 8.9 9.7 0.081 0.077 0.073 0.069 0.077 0.084 18.9 20.6 0.457 0.171 0.163 0.253 0.276 18.9 20.6 0.457 0.975 1.428 0.280 0.596 0.873 1.583 2.042 2.443 1.637 2.107 2.521	(Non combustibles)									
8.9 9.7 0.069 0.065 0.062 0.110 0.122 0.133 8.9 9.7 0.081 0.077 0.073 0.069 0.077 0.084) sh) 18.9 20.6 0.457 0.975 1.428 0.280 0.596 0.873 1.583 2.042 2.443 1.637 2.107 2.521	Metal	0	0	0.031	0.029	0.028	0.048	0.054	0.059	8
8.9 9.7 0.081 0.077 0.069 0.077 0.084 0.181 0.171 0.163 0.227 0.253 0.276 sh) 18.9 20.6 0.457 0.975 1.428 0.280 0.596 0.873 . 1.583 2.042 2.443 1.637 2.107 2.521	Glass	8	1.6	0.069	0.065	0.062	0.110	0.122	0.133	, o
) 0.181 0.171 0.163 0.227 0.253 0.276 sh) 18.9 20.6 0.457 0.975 1.428 0.280 0.596 0.873 china 1.583 2.042 2.443 1.637 2.107 2.521	Others	8	7.6	0.081	0.077	0.073	0.069	0.077	0.084	01
18.9 20.6 0.457 0.975 1.428 0.280 0.596 0.873 1.583 2.042 2.443 1.637 2.107 2.521	(Sub-total)			0.181	0.171	0.163	0.227	0.253	0.276	
1.583 2.042 2.443 1.637 2.107	(Briquet Ash)	18.9	20.6	0.457	0.975	1.428	0.280	0.596	0.873	11
	TOTAL			1.583	2.042	2.443	1.637	2.107	2.521	

2種分別の際のごみ質は、分別しきれない煉炭灰が、煉炭灰の発生量の10%混入するものとした。また3種分別の場合、同様に煉炭灰および不燃物の10%が混入するものとした(Table 4 - 3 - 4)。

Table 4-3-4 Conditions on Calculations of Three Components by Separation Methods

	the state of the s	
	Medium Quality Waste	Low Quality Waste
(2 Component Separations) Moisture Content	annual average	summer x 1.15
Combustibles	m = 100%	m = 100%
Non Combustibles	m = 100%	m = 100%
Briquet Ash	m = 10%	m = 10%
(3 Component Separations) Moisture content	annual average	summer x 1.15
Combustibles	m = 100%	m = 100%
Non Combustibles	m = 10%	m = 10%
Briquet Ash	m = 10%	m = 10%

Note m: Mixture rate of the component to the input-waste to the plant.

計算結果を Table 4 - 3 - 5 に示す。 1988年の低位発熱量は 2種分別と 3種分別で、それぞれ 7 2 0 kd / kg な 8 4 0 kd / kg であった。 ごみの自燃限界は経験的に 7 0 0 ~ 7 5 0 kd / kg と考えられるから、2種分別の場合には、助燃材なしには必ずしも燃えない場合もあろう。 一方、3種分別した場合には、自燃に必要な十分な発熱量を持つものと思われる。

Table 4-3-5 Estimated Characteristics on Separation

Separation Type	Component	1988	œ œ	2005	05
		Medium Quality Waste	Low Quality Waste	Medium Quality Waste	Low Quality Waste
2 Components	Volatile (%) Ash (%) Moisture Content (%)	28.9 26.1 45.0	23.4 21.9 54.7	34.1 25.9 40.0	27.8 23.0 49.2
	Lower Heating Value (kcal/kg)	1,030	720	1,290	950
3 Components	Volatile (%) Ash (%) Moisture Content (%)	32.9 16.8 50.2	26.9 11.5 61.6	39.7 15.1 45.2	32.4 11.5 56.1
	Lower Heating Value (kcal/kg)	1,180	840	1,520	1,120

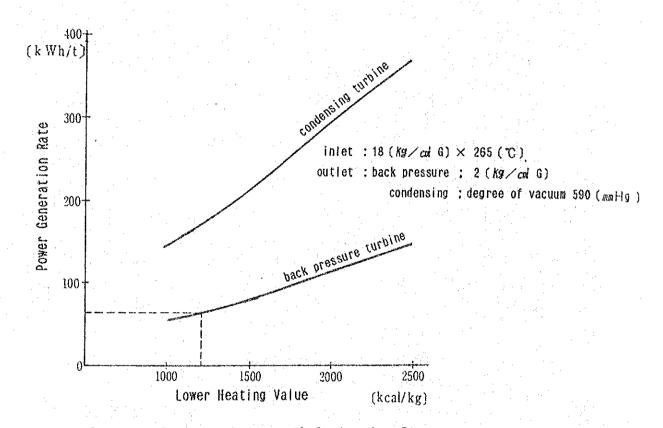
Note: Lower heating value (H1) was calculated by

 $H_1 = 45V - 6M$

where, V: Volatile matter (%), M: Moisture content (%)

(2) 低位発熱量と電力回収

発電量は、ごみの低位発熱量と発電機のタービンの機種で決まり、その関係は経験的にFig.4-3-1に示すとおりである。焼却工場の電気消費料は一般的に40~70kWh/tと考えられるので、背圧タービンを使用する場合、低位発熱量が1,200kal/kg程度あれば電力自給が可能であるう。



Source: Japan Environmental Sanitation Center

Fig. 4-3-1 Relationship between Lower Heating Value and Power Generation Rate

4-3-3 回収物の市場性

(1) 煉炭灰

煉炭灰はソウル市の発生ごみの中で大きな比重を占めている。したがってこれの 有効利用が図れれば処分量を大きく軽減できる。しかしながら現在まで地面の埋 立て材や土壌改良材、あるいは煉瓦製造などに使用する努力がなされてきたが、 十分な成果を得ていない状況下にある。

嫌炭灰の他の利用方法としては、ガラスカレットと共に固化し、路床、路盤の改良や、埋立地の覆土材として用いることが考えられるものの現在のところ、埋立 優土材として用いることが最も実現性が高いものと思われる。

(2) コンポスト

a. 概 要

コンポストはごみの有機性成分から作られるので、土地の埋戻しや埋立地の 覆土材または土壌改良材や、肥効成分と共に肥料として用いられたりする。 前者は明らかに年間を通じて行われるが、後者は需要に季節変動があり、そ の変動の程度はコンポストシステムをスムーズに運営する上で重要な要因と なる。他方、コンポストを埋立や埋立の覆土材に用いることによる便益は多 いが、それによる経済的な利益は期待できない。

コンポストを土壌改良材として売り、収入を期待するためには種々の問題を 解決しなければならない。例えば、販売流通機構の整備や高品質の製品の安 価供給などである。

b. コンポストの受容性

こみを原料とするコンポストは、それ自体土壌改良材として使用できるが、 別に養分を添加しない限り肥料としては用いられないが長い目で見ると、コ ンポストの使用は土壌の保水性を増し、地力の向上を促進するので作物の収 復量を増加させる事が可能である。これに対し、化学肥料はたしかに速効性 があり、よい収獲が得られるが、コストが高く、地力を低下させるという問 題がある。

肥料販売店とソウル市内および近郊の農家にコンポストに関するアンケート 調査を行った結果、販売店はコンポストを売ることに対して積極的であるが、 消費者は難色を示していることが明らかになった。しかし、もし農家がコン ポストを購入するとしたら、値段に関しては、平均して販売希望価格より 70%低い値なら買うことが明らかになった。

c. 潜在的需要量

コンポストの需要量をその流通範囲を考慮し、ソウル市、仁川、京畿道にま で範囲を広げて調査した。

ソウル市 :

6 0 5.3 3 km²

在川市:

20190 km

京 畿 道 : 10,854.61 년

1 1.6 6 1.8 4 km

これらの地域内の水田以外の耕地面積は、1982年で13万3千ヘクター ルであり、経験的に、年間10アール当たり1トンのコンポストが使用され ると仮定した場合の潜在的な需要量を試算すると下記に示すように毎年約 133万トンになる。(水田にコンポストを施用した場合、稲が根腐れを起 とすことがあるためコンポストの需要量計算からは水田面積を除外する。)

ソウル市

40,000 ton/year

仁川市:

20000 ton/year

京 畿 道 : 1,270,000 ton/year

늚

: 1,3 3 0,0 0 0 ton / year

d. 貯蔵スペース

コンポスト使用量は、季節変動が大きいので、貯蔵スペースの確保が重要で ある。もし1ヘクタールの耕地あたり120mの貯蔵スペースが必要だと仮 定すれば、調査を行った農家のわずか158だけが十分を貯蔵スペースを持 っているに過ぎない。

e・コンポストの市場件

コンポスティングの妥当性を決定する最も重要な要因は、その市場性である。 コンポストの最も大きな市場は、ソウルとそのまわりの自治体である。もし コンポストを京畿道の遠く離れた場所に配送するならば、輸送コストが高く

なるため実行が難しくなる。前項で試算したように、ソウルと仁川の潜在需要はそれぞれ 4 0,000 ton / year および 2 0,000 ton / year である。 京畿道では比較的大きい需要があるが、ソウル市周辺の需要はあまり大きいとは考えられない。

一方、コンポストは、蘭芝島の資源回収プラントから供給されることになっている。その量は 6 4 8 ton / day で、年間 1 9 4,4 0 0 ton / year である。 この量は、ソウルとその周辺地域の需要を満たすのに十分だと考えられる。

従って、もしさらにコンポスト処理を行うならば、土壌改良材や肥料としての用途以外に用いる必要がある。例えば荒れ地の修復や埋立地の覆土などが考えられるがこれらの用途は、経済的に実行可能なものではない。

(3) 物質回収

2005年における混合収集した場合のとみ中の物質回収可能性と、それによる収入を Table 4 - 3 - 6 に示す。混合収集したごみから資源物の回収を行うためには、入念な技術と、大きな費用とが必要である。この傾向は、特に可燃物回収において著しい。

Table 4-3-6
Material Recycle Potential on Mixed Refuse
(for Year 2005)

Material	Separatable Percent (%/t)	Separatable Rate (Dry Basis) (1,000 t/yr)	Possible Current Unit Price (W/kg)	Potential Revenue (million W/yr)
Paper	2	39	20	780
lastics	3	29	25	720
extile	1	3	20	60
lass	10	34	15	510
errous Metals	15	34	25	850
onferrous Metals	20	4	100	400
Total	4	143		3,325

次に、分別収集した不燃とみに関する値をTable 4-3-7に示す。 この場合、物質回収は混合収集したこみの場合より容易に行う事が出来る。

Table 4-3-7

Material Recycle Potential on Separated Non-combustibles
(for Year 2005)

Material	Separatable Percent (%/t)	Separatable Rate (Dry Basis) (1,000 t/yr)	Possible Current Unit Price (W/kg)	Potential Revenue (million W/yr)
Glass	25	84	15	1,260
Ferrous Metals	25	57	25	1,425
Nonferrous Metals	35	8	100	800
Total	26	149		3,485

混合収集されたごみから物質回収を行うと1.5%の減量化が図れる。また分別収集された不燃ごみから回収を行うと1.6%の減量化が可能である。資源回収による収入は、分別収集したごみの場合の方が混合収集したものの場合より大きい。このように、分別収集したごみから物質回収を行う方が技術的にも市場性からも良いことがわかる。

一方、段ボール紙、新聞紙、ビン、空カン、ぼろきれのように回収が簡単なものは、ごみとして排出する以前に排出源で分別回収するのが望ましい。これを行う場合、分別した回収物の取扱いは以下のようにすることが望ましい。

- 1. 排出源で分別した回収物は、当該警察署の指導により自活隊が回収に当たる (このようにすれば、隊員は容易に回収することができ、隊員の手による分 別も不要になる)。
- 2. 住民が監督機関の助けを得て分別した物質を仲買人に売却するよう計画する。
- 3. コミュニティ回収センターを作り、その中に回収作業場、修理作業場などを 作り、市場調査や不要物交換会を住民と共に行う。

もし発生源で回収可能物を分別するならは、ごみの収集や処分にかかる負荷を軽減できる。またこれにより、ごみ処理費用の軽減、資源涸渇の防止、そして場合によっては雇用の増大も図れることになるう。

4-3-4 処理方式の評価

(1) 代替案の作成

先に述べた処理法をどみ処理計画に組み込む前に、どみ質、回収物の市場性、その他の重要な点に関して十分な調査を行わなければならない。まず下に述べる処理法に関して特に世界的な実績から比較検討し、代替案を作成する(Table 4 - 3 - 8)。

- 焼 却
- 熱 分 解
- コンポスティング
- -物質回収
- R D F
- ーメタン回収
- 一飼料化
- 中間処理なし(直接埋立)

RDF処理に関しては、すでに蘭芝島埋立地の一角に実規模のプラントが建設中である。また、この処理法は、世界的に見て実績が少ないので本スタディでは代案として検討しないことにする。しかし、このプラントをモデルケースとしてデータ収集を行い、将来の計画のための検討資料とすることができる。このプラントが成功すれば、世界の各自治体に対して模範例となろう。

ソウル市の中間処理の代案は、ごみ質、回収物の市場性等を考慮した結果、下記 に示す処理法、またはそれらを組み合わせたものがスクリーニングされる。

- 1. 中間処理なし:収集したごみは直接最終処分場に搬入する。
- 2. 焼 却: 収集したどみは焼却ブラントで焼却した後残渣は最終処分場に搬入する。この場合、処理されるどみは焼却が可能な程度の発熱量が必要である。従って、可燃物を分別収集することが必要である。
- 3. 熱や電力の回収を伴う焼却:焼却により発生する熱をエネルギーとして回収 する以外は上記の2と同じ。この場合、熱発生量を定常化することが必要で ある。

Table 4-3-8 Preliminary Evaluation of Intermediate Processing

Process	Initial Cost	O/M* Cost	Provenness	Volume Reduction	Score	Comment
Incineration	×	×	0	0	9	Proven on a wide-scale,World-wide. Most effective process for waste volume reduction.
RDF	V	V	×	♥	. 	Has been researched extensively in the U.S.A., but actual demonstrations were unsuccessful.
Material Recovery	ᢦ	٧	٧	Ψ	۲	Recovery of non-combustibles is successfully proven. Other materials have yet to be proven.
Composting	∇.	٥	0	δ	7	Marketability of end-product is insufficient for feasibility. Proven in some European cities.
Methane Recovery		Ø	×	∀	2	Digestion is proven as a technology, but is yet unproven on municipal solid waste. Landfill methane recovery is presently ongoing demonstration in U.S.A. and Europe.
Feed Production	Φ	ಶ	×	∇	8	Uncomplicated process, but yet to be proven on mixed municipal solid waste.
Pyrolysis	X	×	X	0	2	High volume reduction, but actual demonstration yet to be proven.
Landfill	0	0	0	×	∞	Traditionnally favored if acquisition of suitable sites is possible.

X: 0 point, Δ : 1 point , 0: 2 points points for provenuess receive double. *O/M: Operation and maintenance Note:

- 4. 物質回収:収集したどみを処理工場に選び、手選別や機械選別を行い、残渣 は最終処分場に搬入する。
 - との処理法の場合、回収物の市場性を慎重に調査する必要がある。また、不 燃物を分別収集することが望ましい。
- 5. コンポスティング: 収集されたどみの有機分を発酵させ、土壌改良材や安定な埋立材などに利用するための技術である。もしコンポストを土壌改良材として用いるならば、詳細な市場調査が不可欠である。また、施設の改良も必要である。

(2) 代案の評価

上記の代案の長所と短所をTable 4-3-9に示す。

それぞれの処理によって得られるものをTable 4-3-10に示す。Fig. 4-3-2に示した物質収支をもとにして、それぞれの処理法のコストをTable 4-3-11に比較した。それによると、もしコンポストの需要があれば、コンポストは減容化の観点から見て最も経済的である。もしコンポストが無料で配られるなら、その減容化コストは焼却の場合より、やや安い程度になる。しかし、コンポストの需要は、ソウル市と、その周辺では十分でないので全量を流通させることは難しい。もしコンポストを埋立地に処分するとしたら、コンポストの減容化に用いられる費用は焼却の費用を越える。従って、コンポストの市場性と輸送費とを考えにいれると、ソウル市には焼却処理が妥当な方法だと言えよう。

技術面、どみ質、副産物の市場性および種々の要因からの評価を Table 4-3-12 に示す。その結果、煉炭灰を除くどみについては、処理法を組み合わせればよい ことがかわった。煉炭灰に関しては、処理は不適当であるが、衛生埋立の覆土材 としての使用が望ましい。処理方式の組み合わせは、後の章でマスタープランと して総合的な廃棄物処理システムを考察する時に詳しく述べるものとする。

Table 4-3-9 Comparison between Alternative Systems

System	Advantages	Disadvantages
Non-intermediate Processing	-Low costs -Easy management	-Siting of Landfills difficult
	-High technology not required	-Can require high transportation cost -Environmental
		disruption feared -Unaesthetic
Incineration	-Waste volume reduction	-High initial cost
	-Yields stable and harmless output	-High operation and maintenance cost
		-Requires high technology
		-Consideration of combustibility needed
		-Requires air pollu- tion control measures
ncineration With heat and/or	-Waste volume reduction	-High initial cost
ower recovery	-Yields stable and harmless output	-Required high technology
	-Waste heat can be recovered as energy	-Consideration of combustibility needed
		-Requires air pollu- tion control measures
		-Stabilization of waste heat required
aterials ecovery	-Waste volume reduction	-Marketability of recovered materials
	-Yields valuable resources -Can increase employment	uncertain -Requires high tech- nology and high costs
omposting	-Yields stable and harmless output	-Marketability of compost is uncertain
	-Can be operated in combination with sewage and nightsoil	-High operation and maintenance cost -Requires seasonal

Table 4-3-10 Potential Outputs from Intermediate Processing

System	Recoverable Materials	Recoverable Energy	Residue
Non-Intermediate	Land	(Methane gas)	Leachate
Processing			Gases
Incineration	None	None	Ash
			Clinkers Wastewater
			Flue gas
Incineration with	None	Heat	Ash
energy recovery		Power	Clinkers
			Wastewater
			Flue gas
Materials	Plastics	(Solid fuel such	Nonrecoverable
recovery	Metals	as RDF)	materials
	Glass		
	Paper Textile		
	etc.		
Composting	Compost	None	Noncompostable

Note : outputs in parentheses require another process.

Table 4-3-11 Cost Comparison of Intermediate Processing

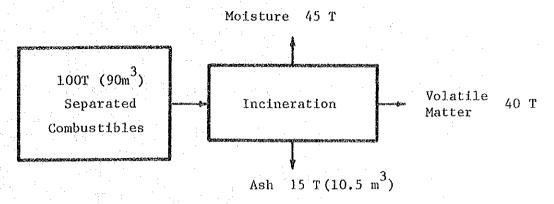
	Processing Method	pot		Composting		Incin-	Material
cation ship	Item		Marketable	Free of Charge	Non- Marketable	eration	Recovery
	Type		Mechanical	Mechanical	Mechanical	Stoker	Mechanical
	Processing Waste	· .	Combustibles	Combustibles	Combustibles	Combustibles	Non- combustibles
ત્ય	Capacity	(t/d)	009	009	009	009	100
مر	Volume Reduction Ratio*	(3 /t)	0.59	0.59	0.27	0.80	0.12
۾		(m^3/m^3)	99.0	99.0	0.30	0.88	0.15
U	Investment	(1 4)	17,500 × 10 ⁶	17,500 x 10 ⁶	17,000 × 10 ⁶	23,000 × 10 ⁶	2,200 × 10 ⁶
d c/20	Depreciation**	(% /y)	875 × 10 ⁶	875 × 10 ⁶	850 × 10 ⁶	1,200 x 10 ⁶	100 x 10 ⁶
v	O/M (without Dep.)	(**/x)	680 × 10 ⁶	680 × 10 ⁶	650 x 10 ⁶	1,000 x 10 ⁶	150 x 10 ⁶
f d + e	O/M (Including Dep.)	(W /y)	1,555 × 10 ⁶	1,555 x 10 ⁶	1,500 x 10 ⁶	2,200 × 10 ⁶	260 x 10 ⁶
6.0	Revenue***	(W/y)	690 × 10 ⁶		•	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	99 x 10 ⁶
h (f-g)/330a	Ma Processing Cost	(五/五)	4,370	7,850	7,580	11,110	4,880
r h/b	Reduction Cost	(*/m3)	7,400	13,300	28,100	13,900	40,700
*	Wolliams and despitation and the	_ ا	4				

Note: * Volume reduction ratio $(m^3/t) = (input-output)/input$

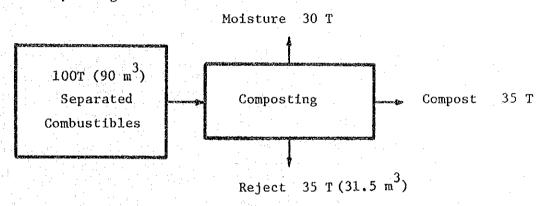
** Durable length of time is 20 years

Compost price is assumed to be W10,000/t. Since energy recovery from incineration is assumed for in-plant supply only, revenue is not considered. XXX

a. Incineration



b. Composting



c. Material Recovery

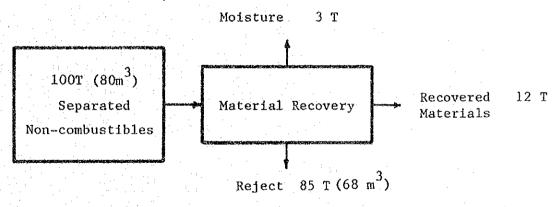


Fig. 4-3-2 Mass Balance for Processing of Separated Waste

Table 4-3-12 System Evaluation

System	Source Separation Recommendation	Volume Reduction* (m ³ /t)	Evaluation
Non-intermediate processing	None	0 %	Since Nanjido is almost saturated and acquisition of
			other sites is difficult, and moreover, does not help in resources preservation, this system is not suitable for Seoul City.
Incineration without	Combustibles	80 % (Comb. only)	This is a well proven system on a world-wide scale and
energy recovery		74 % (With noncomb.)	greatly reduces waste volume. If energy is recovered, further benefits are obtained.
Materials Recovery	Non-combustibles	12 % (Noncomb. only)	Though recovered materials are marketable, instead of
		3 % (With comb.)	sophisticated recovery at the intermediate processing stage
			of solid waste management, recovery at the source of generation is more beneficial for refuse of Seoul City.
Composting	Compostable (Garbage,paper)	59 % (Comp. only)	Marketability of compost product as soil conditioner
		57 % (With others)	or fertilizer is rather low in and around Seoul to make this
			system economically feasible.

^{*} Reduced landfill volume (m³)/input amount (t)

4-4 最終処分

4-4-1 埋立技術

(1) 埋立方法

埋立地の安定及び環境保全のため、最適埋立方法を策定する必要がある。 埋立地の埋立構造は、以下の5つのタイプに分類される(Fig.4-4-1)。

1. 嫌気性埋立 : 単純に廃棄物を埋立てる。

2. 嫌気性衛生埋立 : ある層厚毎に中間覆土を行いながら埋立てる。

3. 改良型衛生埋立 : 嫌気性衛生埋立てに汚水集水管を設置する。

(埋立内部は嫌気状態)

4. 準好気性埋立 : 汚水集水管を設置し、埋立内部を準好気性状態に保つ。

5. 好気性埋立 : ごみ層に空気を供給し埋立内部を好気性状態に保つ。

埋立地の安定のためには、好気性埋立が、埋立内部を好気的に保つという点、及び浸出水の有機物濃度を低下させるという点で、嫌気性埋立より有利である。しかしながら、好気性埋立は、汚水集水管や、空気供給パイプ、ブロワーが必要であるため、建設費が高価となる。

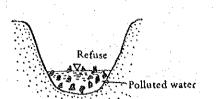
覆土はどみの抑え、臭気及び害虫防止の点で効果的である。 汚物清掃法(第18条及び19条)の記述を以下に示す。

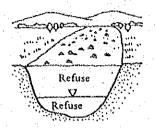
- 埋立てごみ層は転圧を行い、厚さ2mを越えない範囲毎に、最低60cmの覆 士を行う。
- 受入れ廃棄物の含水率は80%以下とする。
- 1日の埋立てが終了する毎に、5cm厚以上の覆土を行う。

(2) 複 土 材

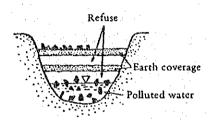
覆土材は埋立計画を実施するのに十分な量が確保でき、人手の容易さ、経済性を 備えていることが必要で、覆土の目的に合ったものでなければならない。 覆土は次の3種類に分類される。

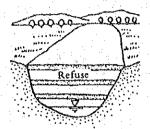
1. Anaerobic landfill



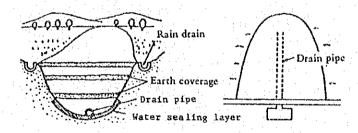


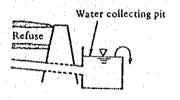
2. Anaerobic sanitary landfill



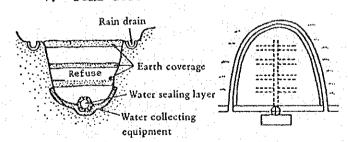


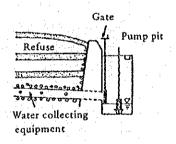
3. Modified sanitary landfill



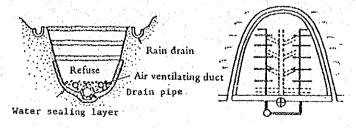


4. Semi-aerobic landfill





5. Aerobic landfill



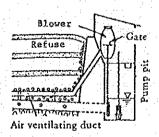


Fig. 4-4-1 Typical Landfill Methods

1. 即日覆土、2. 中間覆土、 3. 最終覆土

即日覆土はゴミの飛散防止、表面の押えが主となることから、土砂の種類にはあまり制限がない。

中間覆土については、次の2つの方法が考えられる。

- 1. 通気性の悪い密な覆土でどみからのガス漏れ、降雨の漫透をできるだけ少くする方法。
- 2. 透過性の覆土でガス抜きを促進させる方法

上述の方法で1の場合は不浸透性の粘土や粘土質砂が覆土材として適している。 また2の場合は透過性の砂利や粗い砂が適している。

最終覆土は特に斜面部で防水性と耐侵食性が必要で粘性土等が適している。最終 覆土厚は一般に 50~60 cmで、草木を植える場合は放出ガスから根を守るため 1.5~2.0 m の厚さが必要である。

標準的な最終覆土材をTable 4-4-1に示す。

Table 4-4-1 Landfill Sealants for Gas and Leachate Control

	Sealant	
Classification	Representative types	Remarks
Compacted soil		Should contain some clay or fine silt
Compacted clay	Bentonices, illites, kaolinices	Most commonly used sea- lant for landfills; layer thickness varies from 6 to 48 in; layer must be continuous and not allowed to dry out and crack
Inorganic chemicals	Sodium carbonaie, silicace, or pyrophosphate	Use depends on local soil characteristics
Synthetic chemicals	Polymers, rubber lacex	Experimental, use not well escablished
Synthetic membrane liners	Polyvinyl chloride, butyl rubber, hypalon, polyethylene, nylon- reinforced liners	Expensive, maybe justi- fied where gas is to be recovered
Asphalt	Modified asphalt, rubber- impregnated asphalt, asphalt- covered polypropylene fabric; asphalt concrete	Layer must be thick enough to maintain continuity under differential setting conditions
Others	Gunite concrete, soil cement, plastic soil cement	

Source: Tchobanoglous, G., "Solid Wastes",

4-4-2 埋立計画

(1) 埋立量

廃棄物の埋立量は、発生量及び中間処理による減量率によって求められる。 廃棄物の埋立ボリュームは中間処理割合及び転圧後の体積換算係数を下記の通り 仮定して推定した。

可燃物: 0.9 m³/ton

一般不燃物 : 0.8 m³/ton

煉 炭 灰 : 0.6 m³/ton

推定年間埋立量をTable 4-4-2に示す。

収集量は1985年から2005年にかけて1.27倍(19,610 ton/day ~24,980 ton / day) になっているのに対して、年間埋立量には殆んど変化がない(5,290,000 ton / year ~ 5,230,000 ton / year)。 これは、焼却による減量効果のためである。

(2) 埋立候補地

潜在的埋立可能候補地は漢江流域環境保全マスタープラン (Han River Basin Environmental Master Plan)によると、Fig.4-4-2の通りである。 これらは地盤、現状の土地利用形態、土地利用計画、環境保全地区及び開発計画等を考慮して設定したものと思われる。

これらの内、規模や輸送距離等の点から、採用可能な埋立地を求めると、以下の 通りである。

1. 仁川海面地区

2. ソウル南東部 : 広州郡

3. ソウル北西部 : 高陽郡

(3) 埋立期間

a. 蘭芝島

蘭芝島は1977年から、ソウル市の最終処分場として用いられて来ているが、 現在、低ぽ飽和状態にあり、今のままでは埋立継続が不能である。しかし、ソ

Table 4-4-2 Disposal Rate

 $(1,000 \text{ m}^3/\text{year})$

Year	Combustibles	Non- combustibles	Briquet Ash	Incineration Ash	Total
1985	2,650	440	2,200	0	5,290
1986	2,590	450	2,190	0	5,230
1987	2,530	460	2,170	0	5,160
1988	2,620	490	2,170	10	5,290
1989	2,620	510	2,150	20	5,300
1990	2,760	540	2,140	20	5,460
1991	2,880	570	2,120	20	5,600
1992	3,020	590	2,110	20	5,740
1993	2,770	620	2,080	60	5,530
1994	2,890	640	2,050	60	5,640
1995	3,030	660	2,020	60	5,770
1996	2,810	690	2,000	100	5,600
1997	2,930	710	1,950	100	5,690
1998	3,050	740	1,910	100	5,800
1999	2,820	750	1,880	150	5,600
2000	2,950	780	1,840	150	5,720
2001	3,080	810	1,800	150	5,840
2002	2,660	830	1,750	210	5,450
2003	2,770	850	1,700	210	5,530
2004	2,910	880	1,660	210	5,660
2005	2,470	890	1,600	270	5,230
Total	58,810	13,900	41,500	1,920	116,130

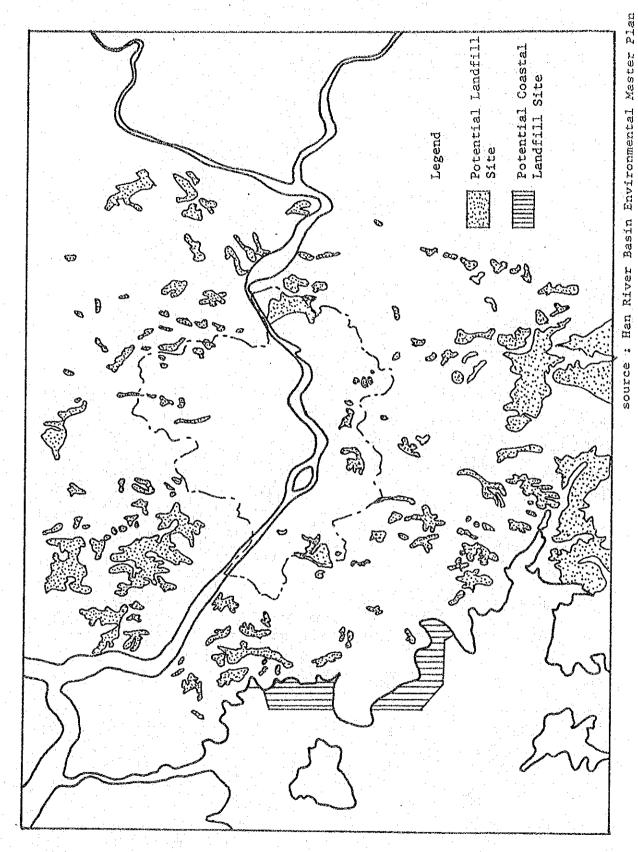


Fig. 4-4-2 Potential Landfill Sites

ウル市内外には充分な大きさの埋立地は見つからないため、 蘭芝島のマウンディングによる延命が当面の唯一の解決策である。

以上の理由により、ソウル市は、ソウル市立大学に蘭芝島マウンディングの計画を委託した。ソウル市立大学案の概要をTable 4-4-3に示す。

b. 仁 川

閩芝島以降の埋立地として、有力なのは D.D.Eによって検討された仁川海面地区である。ただし、〇〇Eのレポートは、今のところ財務局(Economic Planning Board)によって認められたわけではない。〇.O.Eのレポートによると、白石地区の埋立容量は 1 1 2.8 5 4,0 0 0 m²であり、もし、そのうちの 6 5 %をソウル市分として利用出来たとすると、容量は 7 3,3 5 5,0 0 0 m²となり、この値はソウル市の 1995年から 2007年までの埋立量を賄える数値である。白石地区の埋立終了後は、仁川の他の海面埋立地を確保する。

c. 小規模埋立地

ソウル市には、充分な容量の埋立地の確保は難しいとはいうものの、補完的な 小規模埋立地の獲得に対する努力はなされなければならない。これら小規模埋 立地には、汚水処理等、維持管理の面から煉炭灰や焼却灰の埋立を行う。

Items	Specification
(Basic Concepts)	
1. Land Area	271 ha
2. Altitude (above sea level)	50-70m (30-50m of mounding)
3. Capacity	90 million m ³
4. Landfill Period	10 years (1985-1994)
(Landfill Scheme)	
1. Landfill Method	Sanitary landfill by cells
2. Cover Material	
Daily Cover	Briquet Ash
Intermediate Cover	Construction debris, briquet ash
Final Cover	Clay, surplus soil
3. Layer Thickness	Waste 2m, cover soil 30 cm
4. Structure	
Gradient	3 : 1
(Leachate Treatment)	
1. Prevention of Bottom Water Penetration	Briquet ash (50cm) + clay (30cm) + briquet ash (50cm)
2. Prevention of Side Water Penetration	Separating wall with water tite materials
3. Leachate Collection Pipe Length	63,800m (8,197 ₩/m)
4. Treatment Amount	4,800 m ³ /day
5. Treatment Method	Lagoon + coagulating sedimentation
(Rain Water Elimination)	
	Improvement of Nanji River and construc- tion of retarding basin, pumping facil- ities, rain water canal along Han River
(Gas Control Facilities)	
l. Interval of Gas Wells	50m
2. Total Well Length (horizontal)	57,600m (15,625 W/m)
3. Total Well Length (vertical)	59,400m (13,468 \\mu/m)
4. Gas Burning Facilities	120 points (@ 833,333 \)

4-4-3 蘭芝島マウンディング計画に対する考察

これまで述べた通り、埋立は闌芝島マウンディングにて行うが、ソウル市立大学 案の概要はTable 4 - 4 - 4 にまとめた通りである。

本章では、ソウル市立大学案について再検討し、見直しを要すると思われる点に ついてコメントする。

(1) 法面の構造

埋立外周部の法面の強度は、マウンディングのための重要な項目であるため、コンピューターを用いた円弧滑りの検討を行い、法面の安定性についてコメントする。

a. 埋立材の性状

法面の安定解析を行うに当って、まず埋立廃棄物の性状を明らかにすること が必要となる。

ソウル市立大学の使用数値及び日本での実績データ等をもとに、煉炭灰、焼 却灰、一般廃棄物や家庭ごみの性状をTable 4-4-4の通り想定する。

Table 4-4-4 Charactristics of Waste Material for Filling

Waste C (t/m ²)	ø (°)	r (t/m ³)	Source
Briquet ash 1.3-5.2	1.4-3.2	1.3	Seoul City University
Incineration ash(W1) 5.0	29	1.25-1.6	*Field test in Japan
Rubbish (W2) 4.0	33	1.0-1.7	Ditto
Domestic refuse (W3) 1.5	13	1.3-1.6	Ditto

Legend:

C : Cohesion

on

* Environmental Bureau of Nagoya City

ø : Angle of internal friction

r : Unit weight

埋立廃棄物全体の平均的性状はTable 4-4-2の処分量割合により求めた。

各廃棄物の埋立割合を下表に示す。

Table 4-4-5 Volumetric Component for Calculation

		Volume efficient D	x1000m3 isposal rate	
Combustible	30,367	0.9 m3/t	27,330	(50.4)
Noncombustible	6,638	0.8	5,310	(9.8)
Buriquet ash	35,650	0.6	21,390	(39.4)
Ash from I/C plant	300	0.7	210	(0.4)
Total	72,955		54,240	

各廃棄物の埋立割合及び性状をTable 4-4-6に示す。

Table 4-4-6 Disposal Rate and Waste Charactristics

	Component	Disposal Rate (V/V)	C (t/m ²)	ø (°)	r (t/m ³)
1.	Combustible (Domestic refuse)	50 %	1.5	13	1.3-1.6
2.	Non-combustible (Rubbish)	10 %	4.0	33	1.0-1.7
3.	Briquet ash & Incineration ash	40 % *	1.3-5.2	14-32	1.3

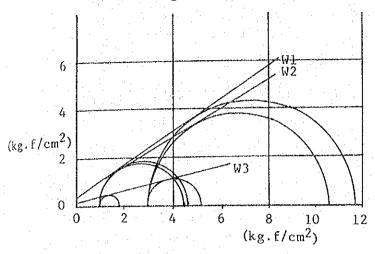
^{*} Incineration ash is included in briquet ash category due to its negligible volume.

市立大学案と比較するため、日本における現場試験値をFig.4-4-3及び4-4-4に示す。

Fig. 4-4-3 Unit Weight Test

		Range of Unit W	Weight (t/m^3)	
Component		0.8 1.2	1.6 2.0	
Incineration Ash	(W1)			
Rubbish Domestic Refuse	(W2) (W3)		The second contract of the second sec	
Domestic Reluse	(#3)			

Fig. 4-4-4 Triaxial Compression Test



W1 C=0.5 (kg.f/cm²)
$$\phi=29 40$$
"

b. 分析ケース

廃棄物の埋立量及び性状をTable 4 - 4 - 6 に示したが、この値は、試験体の採取条件によっても、容易に変動する。

こうした変動値から一点の値を求めることは、値を左右するファクターが明 確でないため、難しいばかりでなく、危険でもある。

従って、下記のようなケースに分けて、それぞれ加重平均により、法面安定 計算に用いる数値を算出した。

ケース1 悪条件

rw = 1.3 x 0.5 + 1.0 x 0.1 + 1.3 x 0.4 = 1.27
$$t/m^3$$

Cw = 1.5 x 0.5 + 4.0 x 0.1 + 1.3 x 0.4 = 1.67 t/m^2
 ϕ_W = 13 x 0.5 + 33 x 0.1 + 14 x 0.4 = 15.4°

ケース 2 好条件

rs = 1.6 x 0.5 + 1.7 x 0.1 + 1.3 x 0.4 = 1.49 t/m²
cs = 1.5 x 0.5 + 4.0 x 0.1 + 5.2 x 0.4 = 2.08 t/m²

$$\phi$$
s = 13 x 0.5 + 33 x 0.1 + 32 x 0.4 = 22.6°

ケース3 平 均

ra = 1.38
$$t/m^3$$

Ca = 1.88 t/m^2
 $\delta a = 19.0$

c. 計算結果

計算はケース1~3のそれぞれに対して円弧滑りの計算を行った。結果を Fig. 4-4-5 に示す。

図中に、それぞれのケースに対する最小抵抗安全率($Fmin=rac{F_R}{F_T}$) を示した。

ととで、FR: 抵抗モーメント

Fr: 滑りモーメント

Fmin は、ケース 2 (好条件) とケース 3 (平均) が充分安全であるのに対して、ケース 1 (悪条件)は、わずか 1.2 1 の値しか示していない。土の安定について考えると、永久構造物に対する安全率は、少なくとも、1.5 以上が必要である。

従って、埋立を行うには、何らかの対策が必要と思われる。

d. 埋立計画案に対するコメント

埋立地の斜面の強度は、埋立材の種類に左右される。従って、以下の埋立条件を設定し、法面部の埋立廃棄物の種類を変えてトライアル計算を行った。

- 煉炭灰を埋立地の外周(法面部)に埋立て、内側にその他の廃棄物を埋立てる。
- 既に埋立てられている部分の法面部についても、煉炭灰によって置換する。

以上の条件に従い、必要な法面部の煉炭灰の水平方向の厚さを想定し、円弧滑り による安定解析を行った。

計算結果をFig.4-4-6に示すが、この時の安全率は前述のケース1が1.21で であったのに対し1.54となり安全基準の1.5をクリヤーしており、妥当なものと判 断された。

実際に埋立てられる廃棄物の性状は、現段階では不明確であるとはいりものの、 Fig.4 - 4 - 6 に示す様な方法がマウンディングを安全に行りための必要な方策 の一つといえよう。

Fig. 4-4-5 Rotational Slip Model of Nanjido Mounding

Assumed Waste Characteristics

 (ϵ/π^3) 1.22 1.44 1.33 1.27 1.49 1.38 1.32 1.32 1.54 1.43 Conditions (t/m^2) 1.57 1.98 1.70 1.67 2.08 1.88 1.77 2.18 1.98 1.77 2.18 1.98 2 70 Ö 14 22 18 23 23 15 16 24 20 16 24 20 3 (2) 3 3 r=1.8 Case 400 200 -- N M 200 Ø=40 C=0 8 Layer i pi (1)(2) (3)(4) Filled waste -Sand #=35-Gravel Case Case ø=10 C=4.0 t/m² r=1.7 t/m Han River

Rock

F1g. 4-4-6 Recommended Slope Structure for Nanjido Mounding

Assumed Waste Characteristics

<u> </u>			4						. :					
	l	(t/m^3)	1.22	1.27	1.32	1.32	1.30	1.30						
Conditions	v	(t/m ²)	1.57	1.67	1.77	1.77	3.00	3.00		(E)	(2)	(3)	(4)	
)	' Ø	(0)	14	15	16	16	20	20	0.7~	*				
	Layer		(1)	(2)	(3)	(4)	Briquet ash	Replacement	C				€ C=0 T=1.7	φ=40 C=0 r=1.8
							•		uimi				######################################	Grave1 ø
											Replacement			
											C	C=4.0 t/m ² r=1.7 t/m	A.	
													Han River	

蘭芝島の埋立に対して考慮する必要のある事項は、つぎのとおりである。

- 蘭芝島はソウル市にとって1994年までの唯一の最終処分場であること
- 關芝島は埋立後に公共の公園等に用いられること
- --煉炭灰は、埋立材として有用なこと

(2) 煉炭灰の覆土材としての適性について

a 覆土の目的

覆土は即日覆土、中間覆土、最終覆土に分類され各覆土の目的は以下のとおりである。

- 即日覆土

- 廃棄物の散乱、飛散防止
- 臭気の発散防止
- 害虫、そ族類の発生防止
- 雨水浸透量の減少

- 中間覆土

- ガス洩れ防止
- 火災予防
- ・ 運搬車の通行路
- 雨水浸透量の減少

- 最終覆土

- 雨水浸透量の減少
- 跡地利用

b. 覆土材としての適性

上述した優土の目的から、優土材は臭気、発生ガス、雨水浸透の観点からは不透水性の土(透水係数K=10'cm/s程度)が適しているといえる。しかし、粘土等の不透性の土は乾燥時にひび割れを生じ効果を半減するとともに、降雨によって泥状となり廃棄物の運搬に支障をきたすことから、一般的には不透水性及び作業性の面から粘土質ローム、砂質ロームあるいは粘土に砂や

ロームを混ぜた土が覆土材として適当と考えられている。また、通常覆土材は埋立て容積の20~25%程度の容積の土砂を必要とするため、手近に適当な覆土材がない場合は、土砂運搬費の占める割合が多く、埋立てコストは高いものとなる。以上のことから、覆土材としては経済的な点から手近に入手できる土砂で、砂質土(透水係数10⁻¹ cm/s程度)等も使用しているのが実態である。

蘭芝島埋立場においては埋立量の約40%が煉炭灰であり、これを覆土材と して利用することは、経済的に非常に有利であるため、その適性をソウル市 立大学の行った煉炭灰の試験結果をもとに考察する。

1) 煉炭灰の試験結果(ソウル市立大学調査)

覆土の目的から適性を判断するために必要な、粒度・透水係数の試験結果はつぎのとおりである。

- 粒度分析試験

Table 4-4-7 Grain Size Distribution

		***************************************		·		Unit : %	
Seive Mesh (mm)	4.76	2.38	0.59	0.297	0.149	0.074	0.005
Before Compaction			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				
(Range)	85-92	73-90	53-72	45-60	34-48	24-33	3-4
(Average)	(88.5)	(81.5)	(62.5)	(52.5)	(41)	(28.5)	(3.5)
After Compaction							<u></u>
(Range)	89-95	76-87	58.70	50-62	42-52	34-43	8-11
(Average)	(92)	(81.5)	(64)	(56)	(47)	(38.5)	(9.5)

Note:

Representative briquet ash was sampled at final disposal site. Following samples were analyzed in the test.

Sample 1: Sample finer than \$19 mm

Sample 2: Sample crushed into \$100 mm

- 透水係数

煉炭灰(押し固めた試料)に対して、変水位透水試験を行った結果 は次のとおりである。 透水係数 (K) = $1.9046 \times 10^{-5} \sim 6.109 \times 10^{-6}$ (cm/s)

||) 試験結果に対する考察

- 煉炭灰の粒度

粒度分析試験結果をもとに、粒度曲線を作成したものが、Fig.4-4-7である。なお、本図には、粘土、砂の一般的な粒径分布を参考に併記した。

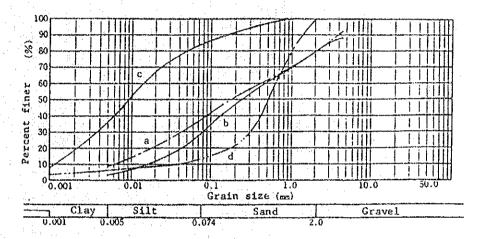


Fig. 4-4-7 Grading Curve

a. 煉炭灰押し固め試験後

(平均値を用いて作図)

b. 〃 〃 〃 前

c. 粘 土 (細粒土)

d. 砂 (細粒分まじり砂)

また三角座標による土の分類は、Fig.4-4-8のとおりで、煉炭 灰は砂質土に分類される。

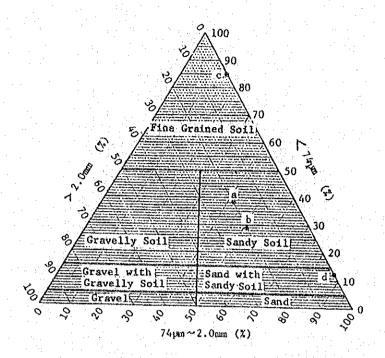


Fig. 4-4-8 Triangular Soil Classification

煉炭灰の粒度試験は使用した資料が19mmふるい通過後のもの、および粉砕したものを使用しているため、実際の粒度はテスト結果よりやや大きいことが予想される。試験結果より判断されることは、

- ・細粒分を比較的多く含み、砂質土と同等の分類に属する。
- ・粒径分布の良否を表わす均等係数はUc = 67と比較的密である。

均等係数(Uc) =
$$\frac{D_{60}}{D_{10}}$$
 = $\frac{60\%$ 粒径

- 煉炭灰の透水係数

土の一般的な透水係数は Fig.4 - 4 - 9 のとおりである。煉炭灰の透水係数は細粒分が比較的多く、粒径分布も密なことから、10⁻⁵ cm/sec のオーダーを取っている。

					 A CONTRACTOR OF THE CONTRACTOR
Soil Gravel	Sand	Fine	sand S	ilt	Clay

Permeability coefficient of briquet ash

Fig. 4-4-9 Representative Permeability Coefficient of Soil

間) 覆土材としての適性

煉炭灰の覆土材としての適性は、その目的、試験結果等より、つぎのと おり考察される。

- 即日覆土

即日覆土は廃棄物の表面の押えを主目的とし、土砂の種類にはあまり制限がないため、手近に入手できる材料を用いることが経済的に有利である。また雨水の浸入防止及び臭気対策に対しては、透水性の小さいものほど好ましいが、期間も短いため問題はなく、また搬入される煉炭灰の透水係数は k = 1 0 cm/sec とかなり密であるので、即日覆土としては十分な評価を与える事が出来る。

- 中間覆土

中間覆土も即日覆土同様雨水浸入に対しては透水性の小さい土が、 より好ましいが、粒度、透水係数が上述の如く密であるので中間覆 土材としての利用は問題ないものと判断される。

- 最終覆土

最終覆土は浸出水の水量を減少させるためにも透水係数の小さな材料を使用する事が必要である。

また、雨による侵食を防ぐため、植生などを行うとともに、跡地利 用を考慮した覆土を行う必要がある。

煉炭灰は、これらの最終覆土材としての要件を必ずしも満たしてい ない。

最終復土は粘土質ロームまたは砂質ロームで行うことが望ましいと 考えられる。

なお、煉炭灰を即日覆土、中間覆土として利用するためには、

- ・煉炭灰の分別収集
- 収集量の少い夏場のために冬期間の分をストックしておくこと

が条件となる。

(3) 汚水処理施設

ソウル市立大学の浸出水処理プロセスは、Fig.4 - 4 - 10 に示す通りである。 エアレーテッドラグーン及び、高速凝集沈澱池から成るこのプロセスによる 放流 CODは、120 PPを想定している。

これに対し、流入水質は、COD、1,500 mと高濃度であるため、同処理方式では、計画放流水質を満足することが難しいと思われるため、処理方式について検討を行う。

通常、埋立地からの浸出汚水の水質は下水に比べ高濃度であるため、一般の下水 処理プロセスに加え、急速砂ろ過及び活性炭プロセスを追加することが多い。

- 放流水質

浸出水処理施設の排水基準では、本施設に該当する許容放流水質は、8章に示す"地区B"を適用するのが妥当と思われる(Table 4 - 4 - 8)。

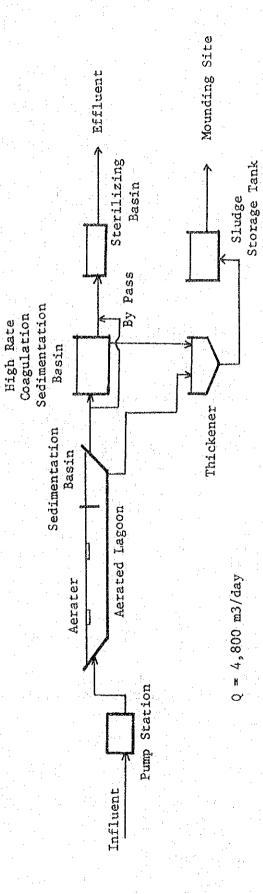
Table 4-4-8 Permissible Discharge Standard of Effluent

рН	5.8 - 8.6
BOD	150 or less
COD	150 or less
SS	150 or less

- 水処理プロセス代替案

上記、許容放流水質を考慮し、以下の3つの処理プロセスについて比較検討を行った。

各システムの処理フローを $Fig.4-4-10\sim4-4-12$ に示す。それぞれの放流水質は $Table\ 4-4-9$ のとおり想定される。



Planned Water Quality

Item	Influent	Effluent	Removal Ratio
Нď	6.0 - 8.4	6.0 - 8.4	
BOD ₅	1,500	= 30	%86
α (00)	1,500	= 120	92%
SS	200	= 20	%06

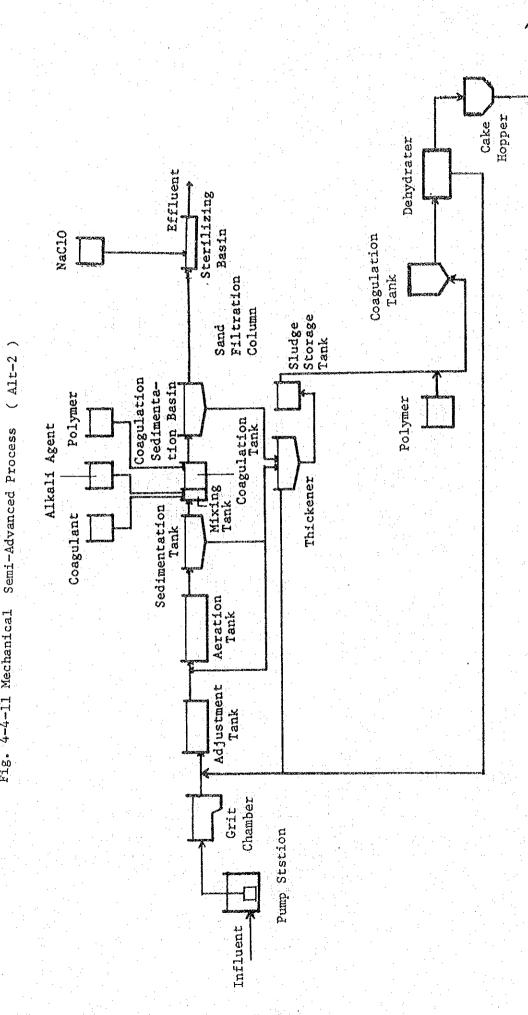
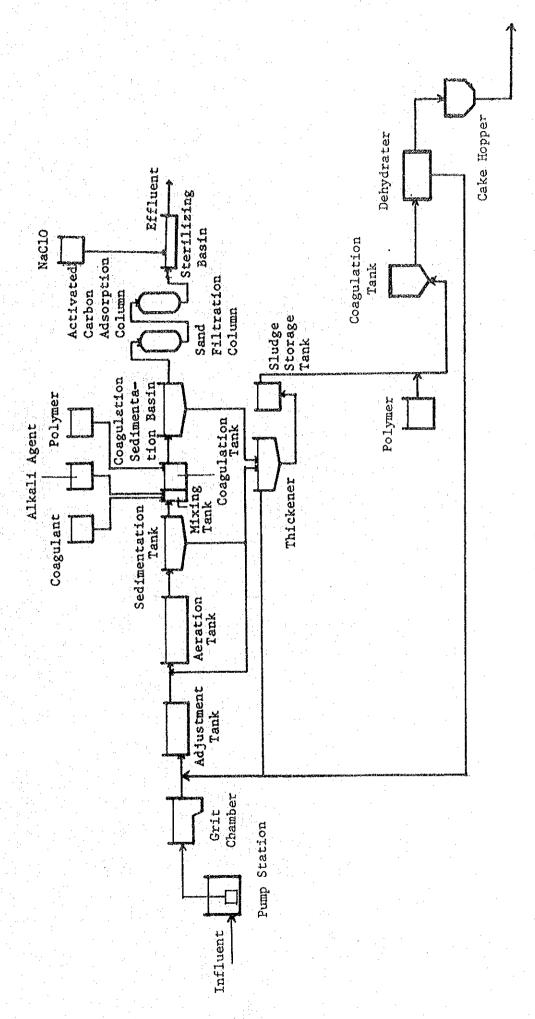


Fig. 4-4-11 Mechanical



(Alt -3)

Fig. 4-4-12 Advanced Process

Table 4-4-9 Estimated Effluent Quality

(mg/1)Influent Effluent BOD₅ Alt BODs SS SS COD COD 75 300 50 Alt-1 1,500 500 1,500 (85%) (80%) (98%) A1t-2 ditto ditto ditto ditto ditto ditto 30 150 20 Alt-3 ditto ditto ditto (98%) (90%)(96%)

Note: Figures in parentheses show the removal ratios

各システムにおける、処理水質及び目標水質について比較した結果、流入水質 COD 1,500 pm を目標水質まで処理するには、代替案 3 が最も望ましいことが明らかとなった。

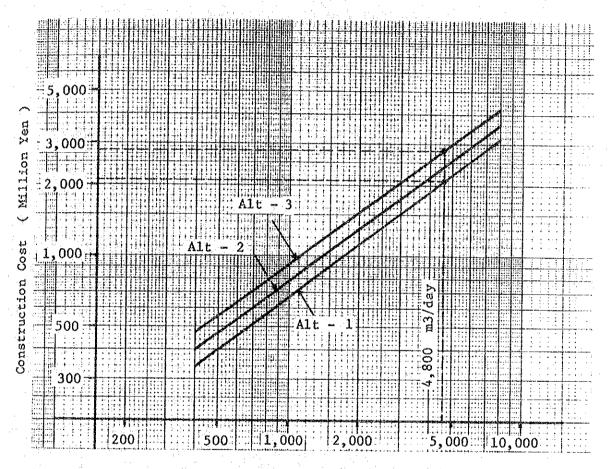
次に、各システムの建設費について、日本単価による概算比較を Fig.4-4-13 に示したが、これよりつぎの点が判明した。

- 代替案3が急速砂ろ過及び活性炭の影響により最も高い
- 代替案 2 は除去効率が代替案 1 と同程度であるにもかかわらず、生物処理施設 の設備費の点で代替案 1 より高くなっている
- 代替案3は代替案1に比べ1.4倍程高価となっている

ソウル市立大の試算では代替案1の建設費は韓国単価で7億ウオンと見積られている。

代替案3の建設費は、日本の一般的な単価を基にソウル価格に換算すれば、1000百万ウオンとなる(700百万ウオン×1.4倍)。換言すれば、代替案1に比べて代替案3の建設費の増加分は300百万ウオンで、この増加分の割合は闡芝島埋立に要する総投資額(10,000百万ウオン)の3%にすぎないことが明らかとなった。

Fig. 4-4-13 Construction Cost Function of each Alternative



Treatment Amount (m3/day)

Note; Plant capacity is fixed 4,800 m3/day with Seoul City University Plan

次に各処理方式に対して、日本における経験的な維持管理費を試算した結果が、 Table 4-4-10である。

とこに A1t.-1:ソウル市立大学案(エアレーテッドラグーン+高速凝集沈澱) A1t.-3:砂ろ過、活性炭処理を備えた機械的な部分の多いシステム A1t.-1': A1t.-1 に砂ろ過活性炭処理プロセスを加えたシステム

代替案 3 (A1 t. -3) および代替案1'(A1 t. -1') では活性炭の再生が必要となるため、代替案1 (A1 t. -1) に比べ年間約2倍の維持管理費が必要となる。

Table 4-4-10 O/M Cost for Leachate Treatment Plant

m	(Million Yen)		O/M Cost	***************************************	
Treatment Process	Construction Cost	(Million Yen/	Year) (Million	Yen/20 Years)	
Alt1	2,100	88		1,760	
Alt3	2,800	175		3,500	
Alt1'	2,500	166		3,320	
				Harrier Control	

Treatment Amount: 4,800 m³/day

O/M Cost: Electric power, chemicals, personal expenses and activated carbon reclamation.

また、建設費と維持管理費を含めた 2 0年後の総費用は Fig.4 - 4 - 1 4 に示すとおりである。活性炭処理を行った場合、 2 0年後の総費用は代替案 1 (3,860百万円)に対し、代替案 3 (A1t. - 3) 6,3 0 0 百万円、代替案 1'(A1t. - 1') 5,820百万円で、それぞれ代替案 1 の 1.6 倍および 1.5 倍となる。

維持管理費は活性炭処理を付け加えた場合高くなるものの、環境保全の観点から 放流水質基準以下の処理を行うためには砂ろ過、活性炭のプロセスを加えたシス テム代替案 3 (A1t. -3)、または代替案 1'(A1t-1') が必要である。

代替案 1'(A1t.-1')は、 処理水質が代替案 3 と同等の値を期待できること、 建設費、維持管理費も代替案 3 に比べ有利であることから、 浸出汚水の処理システムとしては、ソウル市立大学案 (A1t.-1)の処理システムに砂ろ過と活性 炭処理を付け加える方法を提案する。

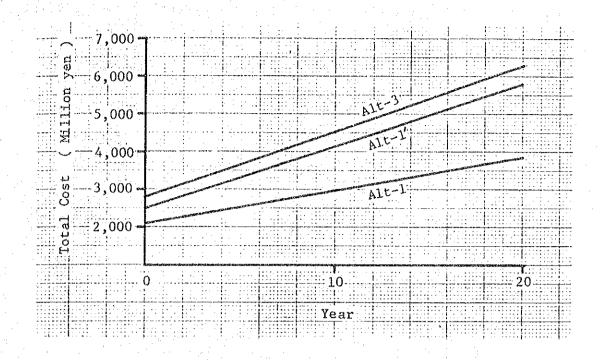


Fig. 4-4-14 Investment Cost and O/M Cost

(4) 土壤浄化処理方式

現行の複雑かつ高価な漫出液処理施設を単純化するために、様々な試みがなされている。

そのうちの1つに、埋立地の蒸発散や土壌微生物を利用して、浸出水の量や有機 物負荷を低減させる方式がある。

Fig.4-4-15に示すのは、日本における最近の同方式の実験例である。

同図に示すごとく、土壌微生物を利用した処理方式は、以下の様に分類される。

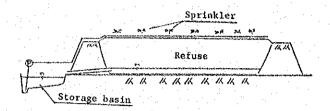
ケース 1 : 循環散布方式 — スプリンクラー方式 半埋設管散布方式 ケース 2 : 循環式準好気性埋立方式 — 散布方式

ケース1は、埋立完了後に行う方式であり、ケース2は、埋立期間中にも、適用 が可能な方式である。

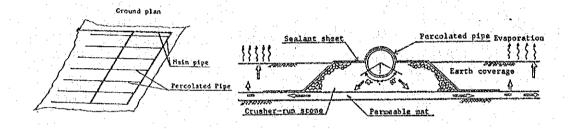
循環水路方式

ケース 2 は、埋立期間中の浸出水も処理出来るという点で、より好ましい方式と いえる。 Cace 1 Circulatory Scattering Method (After Completion of Landfilling)

a. Sprinkling Method (Tokyo Metropolis)

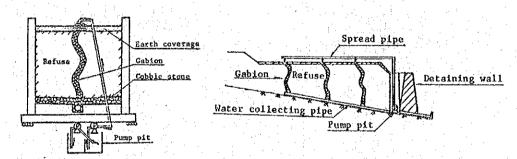


b. Percolated Piping Method (Tokyo Metropolis)



Case 2. Circulatory Semiaerobic Landfill Method (From Commencement of Landfilling)

a. Spreading Method (Fukuoka University)



b. Circulatory Trenching Method (Fukuoka University)

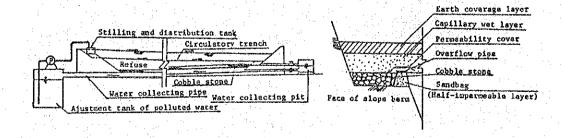


Fig. 4-4-15 Types of Experimented Pilot Plant

しかしながら、両方式共、現行の処理施設の処理レベルまで浸出水を浄化出来る とは考えられていない。

また、これらの処理方式は、循環水路によるモデルプラントが現在、鹿児島及び 仙台に建設中であるというものの、未だ実験段階であることや、今のところ既存 の処理施設に対する前処理としてのみ考えられていること等から、これら土壌浄 化方式を、浸出水処理のメインプロセスとして利用するのは、尚早であると思わ れる。

従って、同方式を本処理施設として採用する前に、処理効果や処理費用に関する 一層の研究が必要である。

(5) 環境保全項目

a. 公害防止施設

一般に埋立地で対策が必要とされる防止施設には以下のものがあげられる。

一 飛散防止 : 覆土、飛散防止網、散水、植樹

- 害虫防止 : 覆土、殺虫剤散布

- 悪臭防止 : 覆土, 防臭剤散布

一 ガス処理 : 覆土、ガス抜き装置

これらについては市立大学案の中でも簡単にふれられているが、詳細な計画 はなされていないため、マウンディングの実施に際しては適切な計画を策定 することが必要と思われる。

上記対策のうち、薬剤によるものは、周辺環境や作業員に対する二次的被害 の危険性を考えると、あくまでも緊急時の応急措置のみにとどめるべきであ り、即日優土を主対策とすることが望ましい。

b. モニタリング施設

埋立が安全に行われているか、また、環境保全が有効に行われているかを知るために、モニタリングを行うことが望ましい。

一般的なモニタリング項目及びその目的を以下に示す。

- ガス検知モニタリング : 埋立地の安全性、地盤の安定度、跡地利用

- 地盤沈下モニタリング : 地盤の安定度、跡地利用、埋立容量

- 水質モニタリング : 浸出水処理計画、周辺水質の汚染度

- 周辺生物モニタリング : 生態系の変化、環境保全

ソウル市立大レボートでは、モニタリングに対する詳細な検討はされていないが、浸出水処理施設における水質のモニタリングに加えて、ガス検知及び 地盤沈下モニタリングは埋立地の安定度や作業の安全性の確認及び跡地利用 計画を立案する上で特に重要な項目であり、実施することを提言する。

これらのモニタリングは埋立終了後も、少なくとも1年以上継続して行う必要がある。

c. 既埋立部分に対する対策

ソウル市立大学案では、既に埋立が終了したごみ層からの浸出水を防ぐため、 既埋立部の周囲に粘土を用いた止水壁を設けるようコメントしている。しか し、詳細な検討はなされていないことから漢江への浸出水の流出を防止する ため、鋼矢板等による適切な止水壁の設置を検討することを提案する。これ により不等沈下が生じた際にも浸出水の流出を防止することが可能になると 思われる。

4-5 環境保全

4-5-1 中間処理

(1) 環境要因

中間処理システムの計画に際しては環境保全に配慮しなければならない。考慮すべき主要な環境要因は、一般的にはどみの焼却による大気汚染、及び工場からの排水による水質汚濁である。

(2) 大気汚染

a、ソウルにおける大気汚染の現況

急激な工業化、都市化及びモータリゼーションの進展によりソウルの大気は 悪化している。汚染物質の種類とレベルは発生源により異る。1981年の全 国データによれば、典型的汚染物質の中で二酸化硫黄(SO₂)の発生量が最 も多く、一酸化炭素(CO)がそれに次いで多い(Table 4-5-1)。発生源 では火力発電所が最も多くのSO₂及び総浮遊粉塵(TSP)を発生している。

ソウルにおける SO2 の年平均濃度は 1981年には 0.084 pmであった (Table 4-5-2)。それが硫黄分含有率 1.6%の油の使用を義務づけることにより、1981年 1 1月から 1982年 1 0月の間に 0.059 pmまで減少した。しかしそれでも長期的な大気環境基準 (0.05 pm)を越えている。

Table 4-5-1 Nationwide Emission Rate of Air Pollutants (1981)

(Unit: 1,000 ton, percentage)

Sector Pollutants	Total	Transpor- tation	Domestic Heating	Industry	Power Plants
Total	3,526	854	1,448	472	752
	(100)	(24.2)	(41.1)	(13.4)	(21.3)
so ₂	1,452	60	486	332	574
	(100)	(4.2)	(33.4)	(22.8)	(39,6)
CO	1,145	249	847	43	6
	(100)	(21.7)	(73,9)	(3.8)	(0.6)
нс	102	60	24	17	1
	(100)	(59.0)	(23.6)	(16.4)	(1.0)
NO ₂	679	470	56	39	114
	(100)	(69.2)	(8.3)	(5.7)	(16.8)
TS P	148	15	35	41	57
	(100)	(10.0)	(23.9)	(27.6)	(38.5)

Source: Environmental Conservation in Korea, Dec. 1982 (Ref. 2)

Table 4-5-2 SO₂ Concentration in Major Cities

	All the second of the second o			
	1978	1979	1980	1981
Seou1	0.084	0.093	0.094	0.086
Busan	0.048	0.049	0.058	0.061
Daegu	0.033	0.040	0.038	0.046
Incheon	0.020	0.023	0.026	0.043
Ulsan	0.028	0.035	0.053	0.057
Masan	0.044	0.038	0.044	0.025

Source: Ref. (2)

ソウルの主要地域で観測された総浮遊粉塵(TSP)の濃度をTable 4-5-3 に示す。永登浦区におけるTSPの年平均値が最も高く、環境基準(150mg/m³)を上回っている。

Table 4-5-3 Concentrations of Suspended Particulates in Main Districts of Seoul (1979)

	Kwang- hwa- moon	Bu1- kwang- dong	Nam- san	Yeoung- deungpo	Dong- dae- moon	Seoul National Univ.	Health Center of Seoul City	Gil eum- dong
Annual Arith- metric (ug/m ³)	99	82	80	214	91	42	100	109

b. 焼却工場からの排出ガスの一般的性状

排出ガスの性状はどみの質及びガス処理施設により異る。ガスに含まれる典型的な汚染物質とその濃度をTable 4-5-4に示す。

Table 4-5-4 Characteristics of Emission Gas

Type of	Treatment		Pollutant	s (kg/t.wast	.e)
Incinerator	Facility	Dust	SOx	HC1	NOx
For Municipal Waste (U.S.A.)		7.7	0.9		0.9
300 (t/d) (Japan)	EP+MC	0.59	0.48	.·	0.99
" (Japan)	None	5.7	0.63		0.99
8 (t/h) (Japan)	EP+MC	-	0.21-0.62	0.64-2.5	0.5-1.0
2.5 (t/h) (Japan)	MC	-	0.92-2.9	0.21-1.4	0.85-2.1

Note: EP = Electrostatic Precipitator, MC = Multi-cyclone Source: Wastewater and Solid Waste Treatment, P.204 (Ref. 1)

処理設備としてマルチサイクロン、電気集じん機又は両方の組合せが使われている。マルチサイクロンは濃度が 0.49 / Nm³以上のときに効果的な集じんが行える。電気集じん機は改良により 0.0 39 / Nm³まで集じんが可能となったため、現在では組合せ使用は実際的ではない。ダスト濃度は視覚と次表に示すような関連がある。

Concentration (g/Nm ³)	Eyesight		
0.4	The smoke is seen clearly		
0.2	Seen vaguely		
0.1	Almost not identified		
0.05	Cannot be identified		

Source: Ref. (1), P.197

ーダスト

排出カスは主にフライアッシュと黒煙の主要因となるすすを含んでいる。 フライアッシュは Table 4-5-5 に示すよりに種々の成分を含んでいる。

Table 4-5-5 Components of Fly-Ash Captured by EP

(%)

Plant	SiO	Al O +Fe O	CaO	Na O	ко	SO Total
l (Japan)	21.00	9.52	12.23	7.80	8.20	12.38 71.13
2 (Japan)	13.40	8.06	9.29	11.50	13.64	9.68 65.57
3 (Japan)	13.20	8.44	10.67	11.00	13.20	35.21 91.72

Source: Ref. (1), P.215

処理施設が設置されていない場合には、ダスト慶度は $2\sim5$ 9 / Nm σ あり、粒子は 1 $0\sim3$ 0 μ m τ ある。

- 硫黄酸化物(SOx)

SOx 濃度は50~70㎞である。こみの硫黄含有量は油より少いので油を燃焼する工場よりもSOx 濃度は低い。

-塩化水素(HCI)

塩化水素はプラスチックの燃焼により発生するので、増加の傾向にある プラスチックの量によって異り、工業国における HCIの濃度は 5 0 0 ~ 6 0 0 Pm程度である。

一窒素酸化物(NOx)

焼却工場から発生する NOx の濃度は 80~150 pmであり、そのうち80~90 %は NO である。サーマル NOx は空気中の窒素が 1,000 ℃以上で燃焼して酸化したときに発生する。フューエル NOx は燃料中の窒素が酸化することにより発生する。焼却施設の燃焼温度は 800~900℃であるので、ごみ焼却による排出ガスは主としてフューエル NOx を含んでいるものと考えられる。

c. 地域条件

大気汚染に関する地域条件で主要なものは大気の水平方行の対流(平均風速及び風向)、垂直方向の対流(大気安定度)、及び地形である。水平方向の対流はその地点の風により汚染物質の拡散に寄与している。平均風速の低下は排出ガスを薄め風下における汚染濃度を低減する。

1977年から1982年の間にソウルで観測された風速は2.3~2.6 m/sであった。卓越風向は夏には西、冬には東北からの風である。

垂直方向の対流の主要因は低減率といわれる大気の温度勾配であり、 dt で表わし次のように定義される。

$$d t = \frac{dT}{dZ}$$

ととで、丁:温度

乙:高さ

通常の大気温は高度が上昇するにつれ低下する。上昇するにつれて温度が上る場合には、通常の低減率と異るため逆転といわれる。通常の低減率は次のとむりである。

$$dt = -\frac{1 C}{1 0 0 m}$$

(出典: Environmental Impact Analysis Handbook, Rau and Wooten, P. 3-14)

垂直方向の混合拡散における大気の効果は大気安定度に依存している。

低減率がプラスの場合には安定と呼ばれ垂直方向の混合を抑制する。低減率

が通常より小さい場合には不安定と呼ばれ、垂直方向の混合を促す。

地形状況も汚染物質の拡散に影響する。地表面が粗い場合には垂直方向及び 横方向の混合を促す。このような混合に加えて地表面の粗さにより風速が低 下するため、風による拡散は減少することになる。

d. 汚染指標

大気汚染を表すために二酸化硫黄が通常引用され、汚染指標として多くの地点で観測されている。二酸化硫黄が人間におよぼす影響については医学の研究分野において広く議論されているが濃度が濃くなるに従い、呼吸が困難になり、次第に刺激が強くなる。また、6 PPPに達すると呼吸器管が麻ひすると云われている。

(出典: A Guide to the Study of Environmental Pollution, Andrews, editor, P.109)

環境保全法に従って制定された許容排出基準、及びごみの特性を考慮し、SOxを指標として、その濃度を予測した。予測は施設の概略設計に基づく排出ガス濃度について行い、また環境基準と比較するために拡散後の濃度についても行った。他の汚染物質の濃度はSOx濃度との単純比較により算出することとした。

(3) 水質汚濁

ごみからの浸出水は周辺の水域を汚濁せぬよう、敷地内で適切に処理すべきである。排出ガスの冷却水、及びHCI洗浄水等も敷地外に放流する前に処理すべきである。ガス洗浄水の量はごみ1トンにつき500~1,000リットルといわれている。

ガス冷却水は Table 4-5-6に示す範囲の汚染物を含んでいる。

Table 4-5-6 Quality of Gas Cooling Water

Expected Quali	ty	Permissible	Discharge Standard
			rea C)
Hq	2.0 - 5.0		5.8 - 8.6
BOD	200 - 800 ppm		200 ppm
COD	100 - 400 ppm		200 ppm
SS	300 - 1000 ppm		200 ppm
Cd	0.5 - 1.0 mg/1		0.1 mg/1
CN compounds	trace		1.0 mg/l
Org-P	trace		1.0 mg/1
Pb	10 - 30 mg/1		1.0 mg/l
Cr ⁶⁺	0.5 - 1.0 mg/1		0.5 mg/1
As	trace		0.5 mg/1
Hg	trace	Hg	0.05 mg/1
n-hexane	10 - 40 mg/1	n-hexane	5.0 mg/1
Phenol	trace	Pheno1	5.0 mg/1
Cu	0.5 - 1.0 mg/1	Cu	3.0 mg/1
Zn	20 - 60 mg/1	Zn	5.0 mg/1
sol. Mn	10 - 20 mg/1	Sol. Mn	10.0 mg/1
Cr .	1.0 - 2.0 mg/l	Cr	2.0 mg/1

灰洗浄、冼車及び生活排水等の排出も処理するべきである。