

4-5-2 最終処分

(1) 環境要因

最終処分場の計画に当っては地表・地下水汚染、有害ガス、悪臭、ネズミやハエ、ダストの飛散、及び輸送車による公害等を考慮する必要がある、また埋立地が都心に近いときには景観についても考える必要がある。浸出水の流出、及び有害ガスは最も重要な要素であるため、ここではその性質について記述する。

(2) 水質汚濁

a. ソウルにおける水質汚濁の現状

韓国における水質汚濁の主要因は地域下水、及び工場排水である。主要河川に放流された排水量及びBOD量をTable 4-5-7に示す。漢江への放流量は全量の43%である。

Table 4-5-7 Sewage and Industrial Wastewater Discharge Quantity and BOD₅ Load as of 1981

River Basin	Quantity of Waste Water (1,000 ton/day)			BOD Load (ton/day)		
	Domestic Sewage	Indus- trial Waste Water	Total	Domestic Sewage	Indus- trial Waste Water	Total
Total	6,444	2,209	8,653	966	386.5	1,352.5
Han River	3,254	428	3,682	488	74.9	562.9
Nak-dong River	682	182	864	102	31.9	133.9
Geum River	288	84	372	43	14.7	57.7
Young-san River	169	10	179	25	1.7	26.7
Others	2,051	1,505	3,556	308	263.3	571.3

Table 4-5-8に示すように漢江のBODは、ソウルの中央及び北部の下水が放流されている普光上水取水口の地点から急激に増加している。この地点から下流の水質は工業用又は娯楽用には利用できるが、飲料水には適さない。鷺梁津から下流では飲料用又は娯楽用に不向きであり、漁業従事者は目に見えて減少している。

Table 4-5-8 BOD₅ Levels along the Han River

(Unit : mg/l)					
Chuncheon (Dam)	0.6	Youju	2.3	Noryangjin	5.2
Soyang (Dam)	0.4	Yangpyung	1.8	Seonyu	6.1
Euiam (Dam)	0.7	Paldang (Dam)	1.4	Yeongdeungpo	7.0
Cheongpyung	1.4	Gueui	1.5	Gayang	10.4
Danyang	2.2	Tukdo	2.2		
Joongweon	2.6	Bogwang	4.8		

b. 埋立地からの浸出水の一般的性状

埋立地からの浸出水は有機物、窒素化合物、及び浮遊物を含有し、懸濁している。水質は埋立ごみ、埋立て方法及び埋立て期間等に左右される。ごみの中にガラス、灰、骨や石等の無機物が多い場合には浸出水は少しの有機物しか含まないことになるが、蘭芝島のようになまごみが多い場合には、浸出水は高濃度の有機窒素成分を含み、嫌気性埋立地では好気性埋立地よりも長期間、高濃度の浸出水を発生することになる。

現地基礎調査で得られた蘭芝島における浸出水の水質は第2章に示すとおりであり、つぎの釜山の埋立地における浸出水調査で得られたデータは高いBOD値を示している (Table 4-5-9)。

Table 4-5-9 Characteristics of Leachate

Pollutant	November	December	January	February
pH	7.6	7.4	6.8	6.2
BOD (ppm)	2,340	2,360	22,000	21,000
COD (ppm)	4,700	4,520	41,200	44,000
SS (ppm)	36	58	59	670

Source : Solid Waste Treatment of Seoul, P.133

Table 4-5-10 は埋立期間別の浸出水質を示している。この表によれば、BOD値は好気性埋立地では急速に減少し、嫌気性埋立てでは減少速度は非常に遅い。BODはCODよりも速く減少するし、嫌気性埋立てではNH₄-Nの減少は非常に遅い傾向を示している。

Table 4-5-10 Some Examples of Quality of Leachate

Items Measured	Landfilling Duration	6 months after Landfilled	1 year after Landfilled	2 years after Landfilled
	Leachate Quality	Leachate Quality	Leachate Quality	Leachate Quality
Anaerobic Landfill	B O D	40,000 - 50,000 ppm	40,000 - 50,000 ppm	30,000 - 40,000 ppm
	C O D	40,000 - 50,000 ppm	40,000 - 50,000 ppm	30,000 - 40,000 ppm
	NH ₄ - N	800 - 1,000 ppm	1,000 ppm	800 ppm
	pH	6.0	6.0	6.0
	Transparency	0.9 - 1.0	1 - 2	2 - 3
Anaerobic Sanitary Landfill	B O D	40,000 - 50,000 ppm	7,000 - 8,000 ppm	300 ppm
	C O D	40,000 - 50,000 ppm	10,000 - 20,000 ppm	1,000 - 2,000 ppm
	NH ₄ - N	800 - 1,000 ppm	800 ppm	500 - 600 ppm
	pH	6.0	7.0	7.0 - 7.5
	Transparency	0.9 - 1.0	1 - 2	1.5 - 2
Semi-aerobic Landfill	B O D	40,000 - 50,000 ppm	5,000 - 6,000 ppm	200 ppm
	C O D	40,000 - 50,000 ppm	10,000 ppm	1,000 - 2,000 ppm
	NH ₄ - N	800 - 1,000 ppm	500 ppm	100 - 200 ppm
	pH	6.0	8.0	7.5
	Transparency	0.9 - 1.0	1 - 2	3 - 4
Aerobic Landfill	B O D	40,000 - 50,000 ppm	200 - 300 ppm	50 ppm
	C O D	40,000 - 50,000 ppm	2,000 ppm	1,000 ppm
	NH ₄ - N	800 - 1,000 ppm	50 ppm	10 ppm
	pH	6.0	8.5	7 - 8
	Transparency	0.9 - 1.0	6 - 7	2 - 3

焼却工場の灰を埋立てる場合には、灰の中に含まれる重金属に注意を払うべきである。その濃度はごみの性質により大きく変化する (Table 4-5-11)。

Table 4-5-11 Concentration of Heavy Metal in Ash

(ppm, dry base)

Source	Cu	Fe	Pb	Cr	Zn	Na
U.S.A.	2,300	84,000	5,000	350	2,500	26,000
Japan	1,300	15,900	470	160	2,800	12,000

Source: Ref. (1), P.213

c. 浸出水管理

浸出水は地表又は地下水汚染をもたらすため、衛生埋立てでは通常処理されている。浸出水量は降雨及び表層条件に大きく左右される。

外部から埋立地への流入水の防止、また、用地から外部の地表水への流出防止は浸出汚濁水量を低減する有効な手段である。埋立て後の覆土は埋立地への雨水の流入を防ぎ、ごみの汚染物質の溶解を防止する働きをする。

浸出水は敷地内で集め、外部の地表水へ放出する前に適切に処理すべきであり、汚染濃度は許容排出基準以下にするよう努力する必要がある。

(3) ガス

a. ソウルの埋立地におけるガス発生現状

蘭芝島埋立地における 8.26×10^6 トンのごみから発生するガス量は $2,338 \times 10^6 \text{ m}^3$ であり (Fig. 4-5-1)、夏季におけるガス発生量は冬季の 2.6 倍である。ごみ 1 トンから約 280 m^3 のガスが発生している。

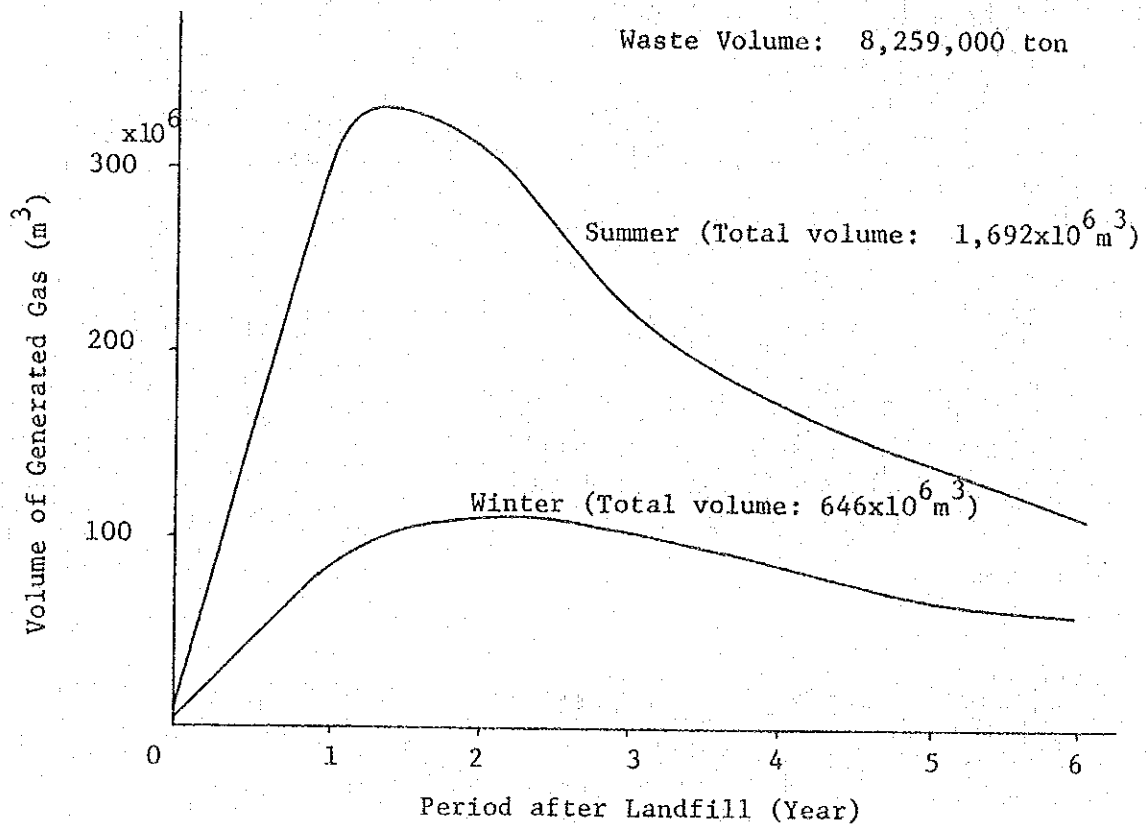


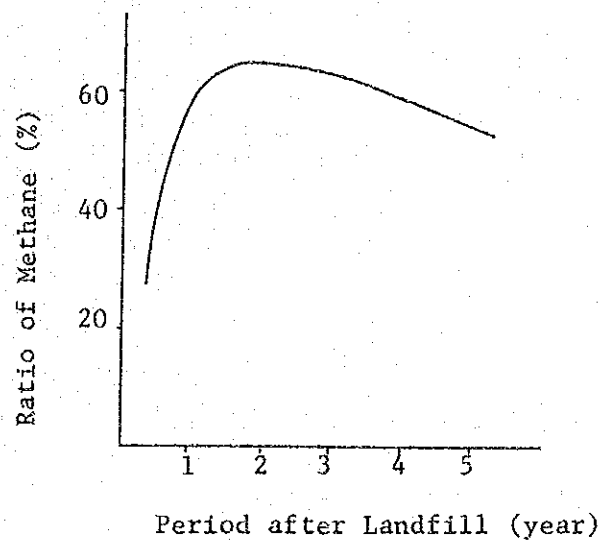
Fig. 4-5-1 Gas Volume Generated after Landfill

Source: Research on safety of municipal waste landfill at Nanjido, October 1981.

b. 埋立地から発生するガスの一般的性状

埋立地で一般的に観測されるガスは水素、メタン、窒素、一酸化炭素、硫化水素、二酸化炭素等である。この中でメタンが全ガス量の40～60%を占めている。発生量は時間経過と共に変化し、ごみの埋立て後1～2年で最大値に達している (Fig. 4-5-2)。

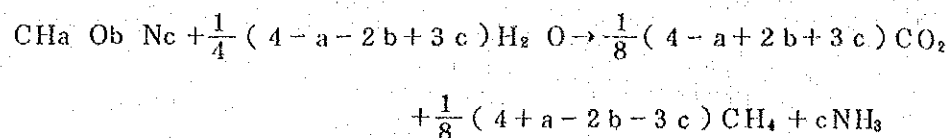
Fig. 4-5-2 Periodical Change of Methane Generation



Source: Characteristics of gas generation of landfill site, Koichi Yamada, et. al.

c. ガス量の計算

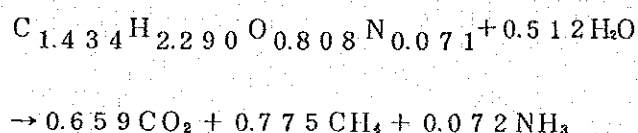
ごみの嫌気性分解により発生するガス量は概略次式により算出できる。



ここで、C, H, O, N : 炭素、水素、酸素、窒素

a, b, c : 水素、酸素、窒素の重量比化学組成

Table 8 - 3 - 1 に示す化学組成 (C: 17.21%, H: 2.29%, O: 12.92%, N: 1.00%) を用いた場合、上式は次のように書き直せる。



従って、100gのごみから33.7リットルのガスが発生する。それは337 ($\text{m}^3 / \text{t} \cdot \text{ごみ}$) と書き表すことができる。

埋立て後数年間は分解が活発である。1年目に全発生ガス量の半分が発生すると仮定すれば、日発生量は

$$337 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{365} = 0.46 (\text{m}^3 / \text{t} \cdot \text{d})$$

となる。

ガスは敷地内で発生し、外部へ拡散する。高濃度の場合は自然発火及び悪臭の原因となりうる。

d. ガスの管理

大気中に 5 ～ 15 % のメタンがある場合は引火の危険性がある。ガスが覆土から漏出するのを防ぐため、砕石をつめたセル又はガス抜き井を設けるべきで Fig. 4-5-3 に典型的なガス管理システムを示す。

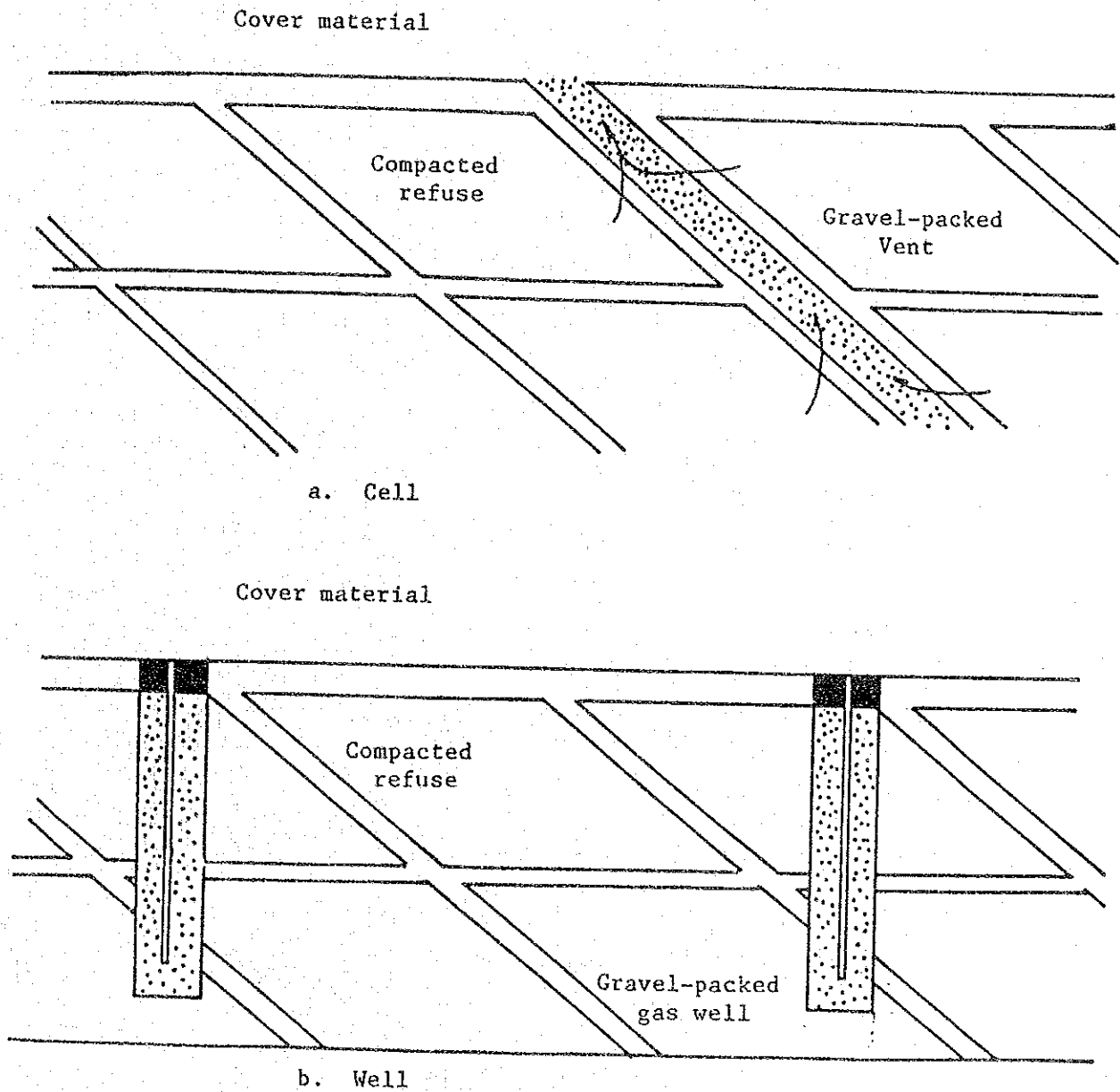


Fig. 4-5-3 Typical Gas Control Methods

(4) 悪 臭

a. 悪臭の一般的性質

埋立地から発生する主な悪臭物質は硫化水素、硫化メチル及びメチルメカブタンであり、これらはごみ中の硫黄分が分解して発生するものである。

悪臭測定法には官能試験法と機器測定法がある。臭気を採取して人が臭いをかぎ、臭いが感じられなくなるまで空気を薄める。そのときの希釈倍率を希釈・閾値率、又は臭気濃度と呼び D/T と表す。

もう一つの方法は機器を用いて臭気濃度を測定する方法である。悪臭物質と基準値を Table 4-5-12 に示す。

Table 4-5-12 Standard Limit of Odor Elements
(on the ground surface of the site boundary)

Element	Standard Limit (ppm)
Hydrogen Sulfide, H_2S	0.02 - 0.2
Methyl Sulfide, $(CH_3)_2S$	0.01 - 0.2
Methyl Mercaptan, CH_3SH	0.002 - 0.01
Methyl Disulfide, $(CH_3)_2S_2$	0.009 - 0.1
Trimethylamine, $(CH_3)_3N$	0.005 - 0.07
Acetoaldehyde, CH_3CHO	0.05 - 0.5
Styrene, $C_6H_5-CHCH_2$	0.4 - 2
Ammonia, NH_3	1 - 5

Source: Rank odor protection law of Japan, 1971

b. 埋立地の悪臭

埋立地の悪臭発生はごみの性質と埋立方法によって異なる。悪臭成分と濃度は大きく変化するためその解析は非常に困難である。

研究によればメタン濃度が50～60%のときに高濃度の悪臭物質が測定されている (Fig. 4-5-4)。

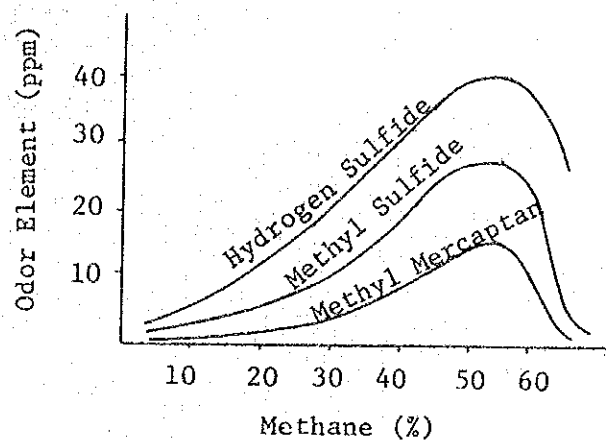


Fig. 4-5-4 Concentration of Odor Elements and Methane

Source: Water use and drainage, Vol.20, No. 11, 1978

c. 悪臭の管理

埋立地で発生した悪臭は風で拡散され、敷地境界から離れた所では無害となる。悪臭は蛋白質及び植物の嫌気性分解により発生するので、多くの場合メタンの発生を伴う。よって、埋立用地が居住地域に近く人に影響をおよぼす可能性がある場合には、悪臭物質をメタンと共に採取し、メタンとの関連性を明らかにして適切に処理する必要がある。

第5章 マスタープランの提示及び評価

第5章 マスタープランの提示及び評価

5-1 マスタープラン策定方針

マスタープランは、廃棄物の物流がその発生から最終処分まで衛生的にスムーズに確保されるよう、トータルシステムとして、一貫性を持ったものでなくてはならない。廃棄物処理システムは、お互いに関連性を持った個々のサブシステムによって形成されている。従って、トータルシステムのなかにおける個々のサブシステムの思想を統一することが、マスタープランにおけるシステム全体の整合性をもたらすことになる。

各サブシステム策定における基本的要因を以下に明示する。

1. 貯留方法：住民サービス及び公衆衛生。
2. 収集輸送：収集地区から廃棄物の効率的でかつ信頼性のある除去。
3. 中間処理：廃棄物の減量化、安定化、資源回収に対する効率的かつ信頼性の高い施設の運転及び適正な環境影響コントロール。
4. 最終処分：適正な環境影響コントロールを伴った廃棄物の自然還元及び、処分量の減容。

一般的な、各サブシステムの相互関係を、廃棄物処理システム策定のための基本的骨組みとしてFig. 5-1-1に示す。

図中の矢印は、そのサブシステムが、相手のサブシステムに対して求める要求を示している。それぞれの要求は地域特性や、処理の思想によって判断される。

ソウル市における現状の廃棄物処理の大きな問題は、他国の都市と同様に、自分の行政区内に必要かつ十分な最終処分場の用地を新たに得ることが非常に困難ということである。

現在の状況からみると、O.O.Eが検討した、仁川海面埋立は、ソウル市にとってひとつの有力な選択である。しかし、同計画はいくつかの行政区にまたがって行われるため、実際の施工は行政上の問題により、かなり遅れることが予想される。このため、ソウル市にとって当面の埋立地の確保には蘭芝島のマウンディングが必要不可欠な選択である。

廃棄物処理の流れは、蘭芝島マウンディングによって一応確立されたとしても、

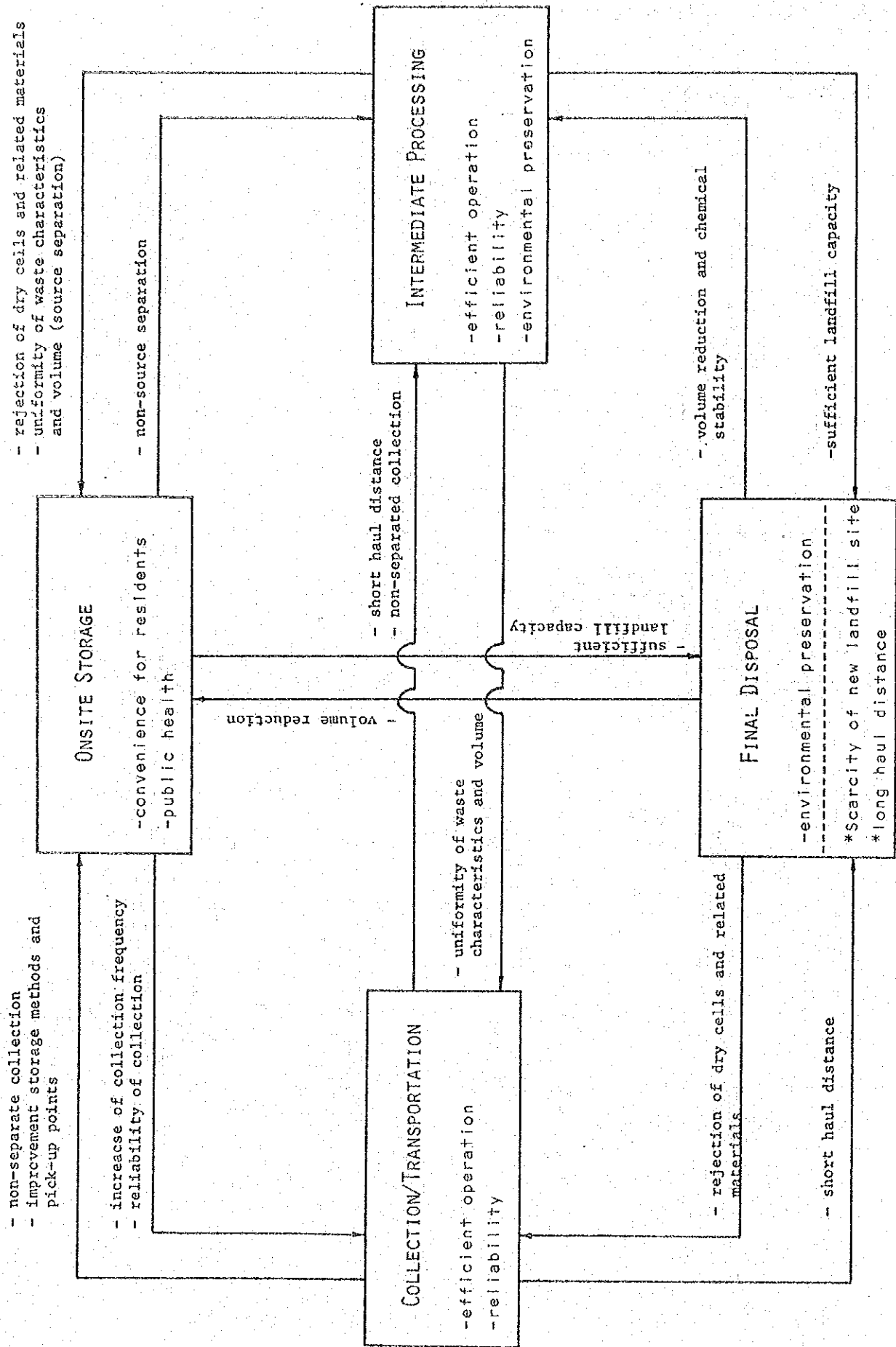


Fig. 5-1-1 Simplified Diagram for Interrelationships between Subsystems

根本的問題は依然として、解決されたわけではない。即ち、蘭芝島以降の埋立地の確保については将来とも難しい問題であり、マスタープランにおいて、その根本的解決を図る必要がある。それには分別による資源化物の回収も1法であるが減量を目的とした中間処理の導入が、最も効果的であるといえる。

中間処理施設の導入に当っては、ごみ質、発生量、中間処理生産物の市場性、建設費、維持管理費等を考慮する必要がある。中間処理の各施設に対する、技術的及び経済的検討はサブセクション4-3-4にて既に行った。

従って本章では、マスタープランで策定されたシステムに対して、主として経済及び財務的観点から評価を行う。

一方、現状のシステムから、策定されたマスタープランへのスムーズな移行方法というものも、大きな問題である。

この問題についてはセクション5-5にて検討を行う。

5-2 マスタープランのフレーム

2005年を目途にするマスタープランは、ソウル市全域を対象にしている。人口は、3章で述べたように1,250万人である。収集対象区域は、ソウル市汚物清掃法施行規則に定めた地区である。

物質回収や不法投棄などの不特定量はあるが、収集量は排出量に等しいものとした。しかし、本プロジェクトの範囲として、他プロジェクトでの処理対象以外のごみに限ることとする。即ち、蘭芝島の資源化プラントと木洞の焼却工場で処理されるごみは計画対象から除外する。ごみ排出量を Table 5-2-1 に、本プロジェクトで検討するごみ量を Fig. 5-2-1 および Table 5-2-1 に示す。

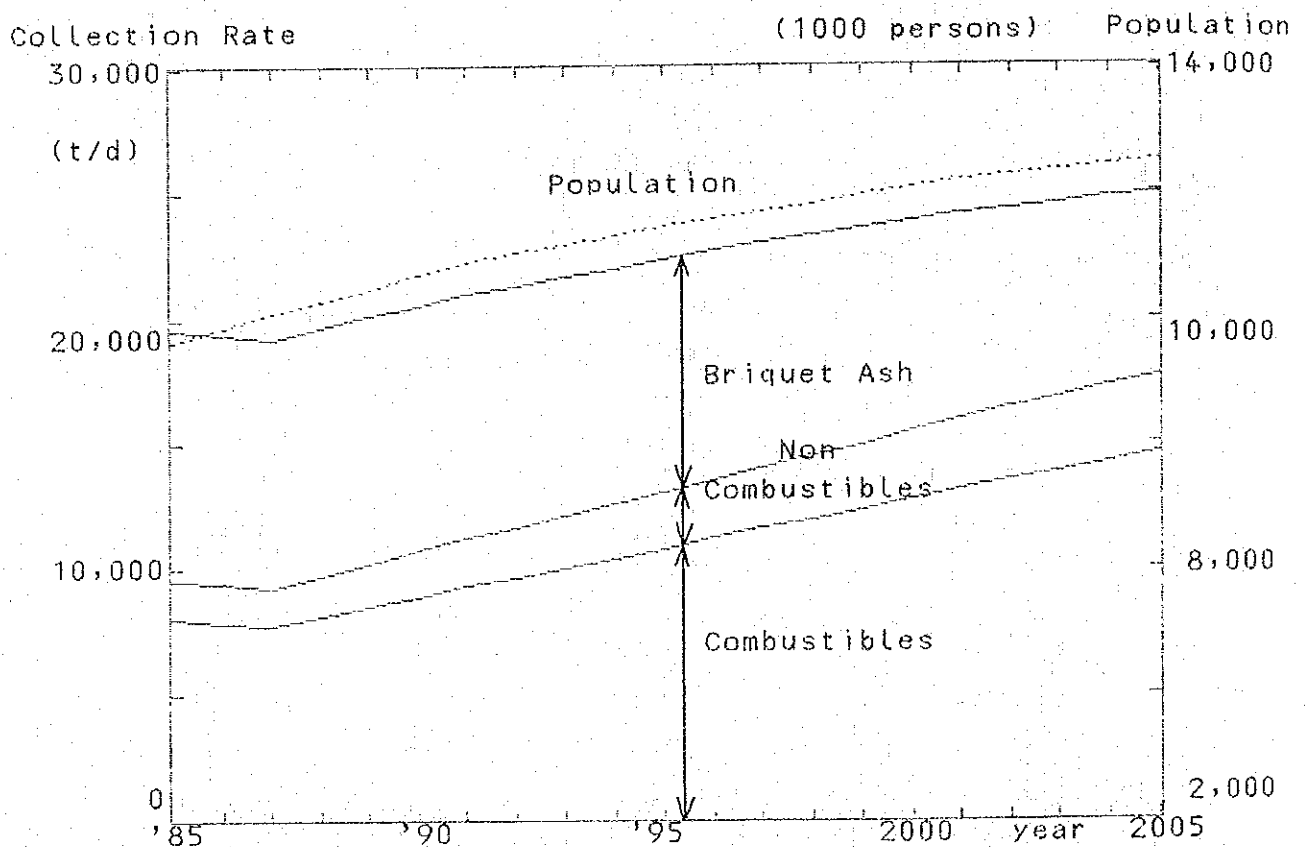


Fig. 5-2-1 Average Collection Rate and Served Population

中間処理を計画するときのごみ質は、2種分別の場合と3種分別の場合と2つのタイプを検討した。ごみの3成分と低位発熱量は、低質ごみと中質ごみに関してサブセクション4-3-2に示してある。ここでは高質ごみの組成も示した (Table 5-2-2)。

Table 5-2-2 Characteristics of Waste by Separation Types

a. Three Major Components and Lower Heating Value

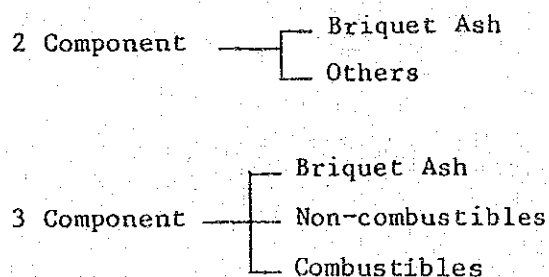
Separation Type	Component	1988			2005		
		Low Quality	Medium Quality	High Quality	Low Quality	Medium Quality	High Quality
2 *	Volatile (%)	23.4	28.9	40.0	27.8	34.1	40.0
	Ash (%)	21.9	26.1	26.0	23.0	25.9	26.0
	Moisture Content (%)	54.7	45.0	34.0	49.2	40.0	34.0
	Lower Heating Value (kcal/kg)	720	1,030	1,600	950	1,290	1,600
3 *	Volatile (%)	26.9	32.9	46.0	32.4	39.7	46.0
	Ash (%)	11.5	16.8	14.0	11.5	15.1	14.0
	Moisture Content (%)	61.6	50.2	40.0	56.1	45.2	40.0
	Lower Heating Value (kcal/kg)	840	1,180	2,000	1,120	1,520	2,000

* Including Non-combustibles

b. Non-combustibles (on 3 component separation)

Component		1988	2005
Metals	(%)	16.0	20.0
Glass/Ceramics	(%)	35.0	44.0
Others	(%)	41.0	28.0
Moisture Content	(%)	8	8

Note: Separation is as follows.



5-3 マスタープランの提案

5-3-1 処理システムの代替案

(1) ごみ処理の傾向

ごみ処理計画の基盤とも言えるものが埋立である。

通常、大都市圏等で、適当な埋立地を確保することが難しい場合、各自治体は埋立量を減らす方針を探る必要があり、その解決法として、焼却やコンポストイングのような中間処理が導入されてきている。

他の諸国のごみ処理の現状を Table 5-3-1 および Table 5-3-2 に示す。これらの表から、日本、スイスおよびオランダが焼却率が高く、次いでフランス、西ドイツ、スウェーデンが高い。また、ヨーロッパでは熱回収が盛んである。米国では、主に埋立処分を行っているが、熱分解や RDF などの資源回収の研究・開発も行っている。この点から、埋立重点主義から、埋立地を経済的に使用するため、ごみ処理技術は、資源回収型へと変わる傾向を示している。

(2) ソウル市のマスタープランの代替案

マスタープランの代替案は、技術的観点から Fig.5-3-1 のように設定した。図からもわかるように、分別収集と中間処理に重点を置いて、排出源から最終処分地までのごみの流れを示した。それぞれの代替案の特徴はつぎのとおりである。

オプションⅠ：全量埋立処分。最終処分地の獲得が簡単な場合には最も経済的なシステム。燐炭灰は、覆土材とするために分別収集する。

オプションⅡ：二種分別を行い、燐炭灰以外のごみを中間処理するシステム。この場合、中間処理システムを決定するのが難しい。その理由はコンポストイングの場合は、不純物混入に伴う質の問題点があり、焼却の場合は、不燃物の混入で残渣が多くなるからである。

オプションⅢ：三種分別を行う。この場合、中間処理を効率的に行うことができ、信頼性も高い。

オプションⅣ：四種分別を行う。排出源で高度な分別を行うため、住民の負担が大きい。

Table 5-3-1 Collection and Processing/Disposal Rates in Foreign Nations

Nation	Collection Rate	Processing/Disposal Rate					Period
		Mechanical Separation	Composting	Incineration	Landfill	Others	
		1000 ton					
Canada	12,600	90	-	440	11,844	-	1980
U.S.A.	160,000	-	-	-	-	-	1980
Japan	42,148	-	78	24,847 (15.1)	20,352	933	1979
Australia	10,000	-	-	200	9,900	-	1978
New Zealand	2,106	-	22	-	2,097	-	1982
Austria	1,560	-	313	316 (94.9)	930	-	1982
Belgium	3,082	-	350	720 (29.9)	1,530	482	1980
Denmark	2,046	-	82	655	1,309	-	1980
Finland	1,400	-	-	-	-	-	1980
France	15,500	-	1,395	4,900 (62.0)	9,455	930	1980
G.F.R.	27,000	-	442	6,253	25,794	127	1977
Greece	2,500	-	-	-	2,500	-	1980
Italy	14,041	402	834	2,794 (21.3)	5,286	4,650	1980
Netherlands	5,100	-	827	2,269 (71.7)	-	-	1980
Norway	1,500	-	-	-	-	-	1975
Portugal	1,500	-	64	-	245	-	1980
Spain	8,028	78	905	512 (58.6)	7,075	-	1980
Sweden	2,500	150	180	910 (85.7)	1,500	-	1980
Switzerland	2,146	-	71	1,716 (71.7)	453	-	1979
Great Britain	15,816	-	-	2,780	19,774	5,436	1980

Note : Figures in parentheses denote ratios of energy recovery in percent

Table 5-3-2 Solid Waste Management Systems in Foreign Municipalities

City Name	Collection Rate		Processing/Disposal Rate		Period		
Greater London (United Kingdom)	11,000 t/yr		Landfill	80%	1975	- After transfer: Barge 25% Vehicle 75% (Capacity 50m ³)	
			Incineration	20%			
Westminster (United Kingdom)	Domestic	56,000 t/yr	Landfill	96.7%	1977		
	Commercial	104,000 t/yr	Recycling	3.3%			
	Total	160,000 t/yr					
Paris (France)	Domestic	866,700 t/yr	Incineration	46%	1964	- Refuse of Paris is managed by the Seine Prefectural Government	
	Market waste	75,300 t/yr	Material recovery	19%			
	Total	942,000 t/yr	Landfill	35%			
Bonn (G.F.R.)	143,600 t/yr		Landfill	81.4%			
			Incineration	18.6%			
Hamburg (G.F.R.)	Domestic	574,000 t/yr	Incineration		1967		
	Bulky waste	40,000 t/yr	Domestic	40%			
	Total	614,000 t/yr	Bulky waste	100%			
Heidelberg (G.F.R.)	Domestic	44,000 t/yr	Landfill	32.3%	1978	- Recovered materials: glass, paper, ferrous metals, compost - Separate collection for paper and glass	
	Commercial/Industrial	18,000 t/yr	Incineration	35.5%			
	Total	62,000 t/yr	Recovery	32.2%			
Stockholm (Sweden)	Domestic/Commercial	200,000 t/yr	Landfill	44.4%	1973		
	Industrial	250,000 t/yr	Incineration	55.6%			
	Total	450,000 t/yr					
New York (U.S.A.)	6,468,221 t/yr (in 1978)		Landfill	82.3%	1977	- Separate collection for recoverables is under planning	
			Incineration	17.7%			
Dallas (U.S.A.)	1,641,000 t/yr		Landfill	100%	1980	- Three transfer stations	
Tokyo (Japan)	Combustibles	2,897,000 t/yr	Incineration	56%	1982		
	Non-combustibles	1,180,000 t/yr					
	Bulky waste	114,000 t/yr	Landfill	44%			
	Others	1,012,000 t/yr					
	Total	5,203,000 t/yr					
Hiroshima (Japan)	Combustibles	64,700 t/yr	Incineration	60%	1983		
	Non-combustibles	16,000 t/yr	Material recovery	2%			
	Recoverables	5,100 t/yr					
	Bulky waste	100 t/yr					
	Hazardous waste	2,600 t/yr	Landfill	38%			
	Total	88,500 t/yr					

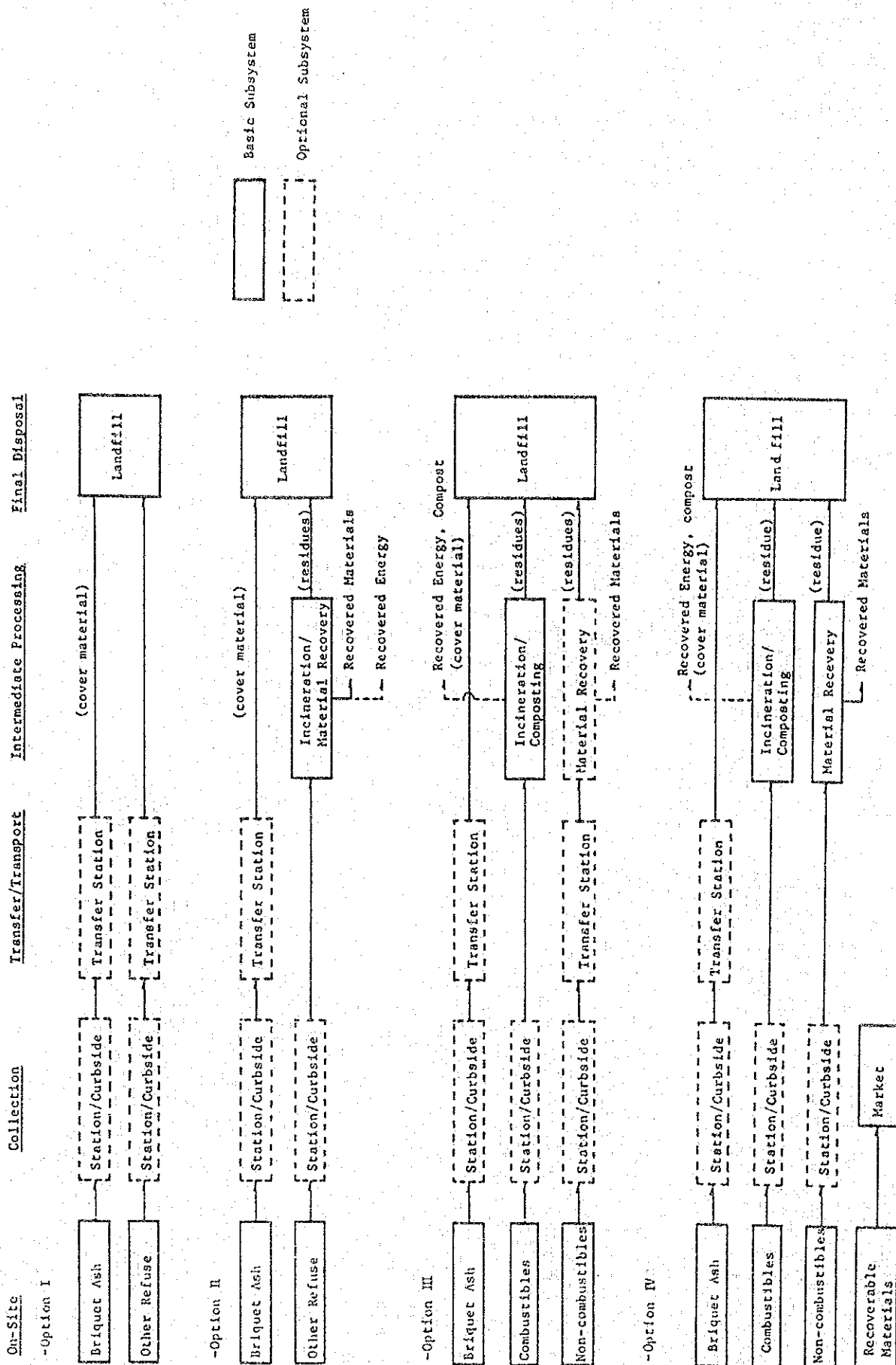


Fig. 5-3-1 Schematic Alternatives for Master Plan

改善計画の実施は3段階に分けられる。即ち最終処分地の確保、次に収集体制の改善、そして収集輸送体制が整った後中間処理システムを確立することである。

5-3-2 マスタープランの決定

サブセクション4-2-1で考察した分別方法の中で、3種分別が望ましい。即ち、コンポストの品質向上、発熱量の上昇、プラント規模の縮小などのメリットがあるからである。Table 4-2-6に示すように、2種分別と3種分別とでは、費用に大差はない。以下の代替案の妥当性を検討した。

1. オプションⅠ : (中継基地) + 埋立
2. オプションⅢ-a : 焼却 + 中継基地 + 埋立
3. オプションⅢ-b : コンポスティング + 物質回収 + 中継基地 + 埋立
4. オプションⅢ-c : 焼却 + 物質回収 + 中継基地 + 埋立

上記のオプションのコスト比較をTable 5-3-3に示す。

コストの観点から、次のようなことが言える。

- オプションⅠは、中継基地を設けた場合は最も安い、中継基地を設けない場合は最も高い。このことから、中継基地が収集輸送の効率化に大きく寄与していることがわかる。これは、仁川埋立地までの距離がかなり長く輸送コストも高いからである。
- もしコンポストに市場性があり、埋立する必要がなければオプションⅢ-bが経済的にも減容化にも有利である。しかし、コンポストは無料配布した場合でも需要量が少ないと考えられる。
- 一方、Table 4-3-5に示すように、オプションⅢ-aとⅢ-cとでは、発熱量が高くなった時に地域暖房のための蒸気供給や発電などから収入を得る可能性がある。

従って、4章での検討結果および以下のことから、オプションⅢ-cが最も適切なオプションであると判断し、ソウル市のマスタープランとして提案する。

1. 廃棄物の減量化に最も効果的である (Table 5-3-4 参照)
2. 収集効率を向上させるための収集輸送システムの整備
3. 世界的に技術が確立されていること
4. 大都市圏でのごみ処理として適当であること (環境問題および処理量の観点から)
5. エネルギーと物質回収の可能性を持つこと

最適マスタープラン選定にあたっての評価表をTable 5-3-4に示す。

Table 5-3-3 Cost Comparison of Alternatives

Item	Option I (L/F)		Option III-a (I/C + T/S)	Option III-b (C+T/S+M/R)		Option III-c (I/C+T/S+M/R)
	Without T/S	With T/S		Marketable	Non-Marketable	
Compost	-	-	-	470	456	-
Incineration	-	-	644	-	-	644
Material Recovery	-	-	-	68	68	68
Transfer Station	-	17	8	8	8	8
Operation Vehicles	261	177	186	195	243	182
Total	261	294	838	741	775	902
Collection/Transport	430	258	181	194	249	172
Intermediate Processing	-	-	162	138	134	186
Landfill	35	35	15	19	27	14
Total	465	293	358	351	410	372
Revenue (million W/day)	-	-	-	1	1	1
Net Expenditure (million W/day)	465	293	358	350	409	371
Filling Rate (t/day)	Incineration Ash 14,580 Combustibles 3,070 Non-combustibles 7,330 Briquet Ash	- 14,580 3,070 7,330	2,190 - 3,070 7,330	- 5,100 2,610 7,330	- 10,210 2,160 7,330	2,190 - 2,160 (-RETURN-) 7,330
Landfill Volume (m3/day)	Incineration Ash 13,120 Combustibles 2,460 Non-Combustibles 4,400 Briquet Ash 19,980 Total	- 13,120 2,460 4,400 19,980	1,530 - 2,460 4,400 8,390	- 4,590 2,090 4,400 11,080	- 9,190 2,090 4,400 15,680	1,530 - 2,090 4,400 8,020
Reduction Effect	$(\text{W/M}^3) \left[\frac{\text{Net Expenditure}}{\text{Reduced Volume}} \right]$		30,900	39,400	95,100	31,000

Note; (L/F): Landfilling, (I/C): Incinerating, (C): Composting, (M/R): Material Recovery
Reduced Volume = [Landfill Volume of Option I] - [Landfill Volume of each Option]
Mass Balance of each alternative is shown in Fig. 4-3-1

Table 5-3-4 Evaluation of Master Plan Alternatives

Factor	Option					Comment
	I Landfill	III-a Incineration	III-b		III-c Incineration + Material Recovery	
			Composting Marketable	+ Material Recovery Non-marketable		
Economic						
Costs	0	X	Δ	Δ	X	Initial + operation and maintanance costs
Revenue	X	X	0	Δ	Δ	Marketability of output is determinant
Environmental						
Potential to Pollute	X	Δ	Δ	Δ	Δ	Water contamination, air pollution, odor, noise, etc.
Aesthetics	X	Δ	Δ	Δ	Δ	Waste scatter, vectors, appearance, etc.
Technical						
Provenness	0	0	0	0	0	Provenness on a large scale, world-wide
Volume Reduction*	X (0%)	0 (74%)	Δ (60%)	X (34%)	0 (77%)	Critical factor for Seoul City
Administrative	0	Δ	X	X	Δ	Handling, operation, maintenance, etc.
Score	6	7	8	6	8	See note below for point
Rank	4	2	3		1	III-b ranking considered an in-between score

Note : X : 0 point Δ : 1 point 0 : 2 points

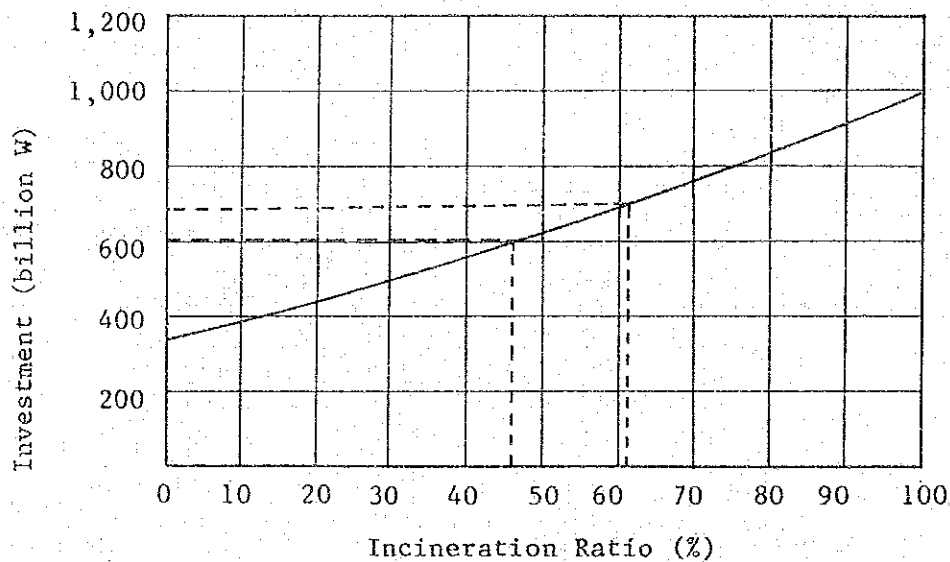
* The percentages in parentheses are possible waste volume reduction ratios for each option (on total waste excluding briquet ash).

* Reduced volume:

Option I	0 m3
III-a	4,229,000
III-b(Marketable)	3,434,000
III-b(Non-marketable)	1,944,000
III-c	4,365,000

* Input volume: 2,692,000 m3

しかしながら、オプションⅢ－cを実施するためには、大きな投資が必要であるのでソウル市における本プロジェクトへの投資可能な予算額を推計し、プロジェクトの妥当性を立証しなければならない。従って、最適マスタープランは、以下のセクションで経済的に検討した結果に基づいて焼却率を決定し、中間処理量を決定した。焼却率と必要投資量との関係を Fig.5 - 3 - 2 に示す。



Note : Investment for landfill includes Incheon landfill and Nanjido Mounding.

Fig. 5-3-2 Correlation between Investment and Incineration Ratio

5-4 投資の実行可能性

5-4-1 方法論

固形廃棄物整備は社会にとっては欠かすことのできないものである。特に世界の大都市の多くは、ごみ処理に対する最もよい回答を捜すべく努力をしている。ソウル市の場合も例外ではなく、この分野でのいくつかの代替案を検討している。他方、その経済にとって必ずしも資本が常に潤沢にあるとはいえないという問題がある。ある分野への投資は、別の分野において何らかのものをあきらめなければならないことも起り得る。競合する社会のニーズ間にトレードオフが存在することもある。こうした資本からの制約は、資本の代替的使用に対する優先順序付けを確立する必要性を示唆している。

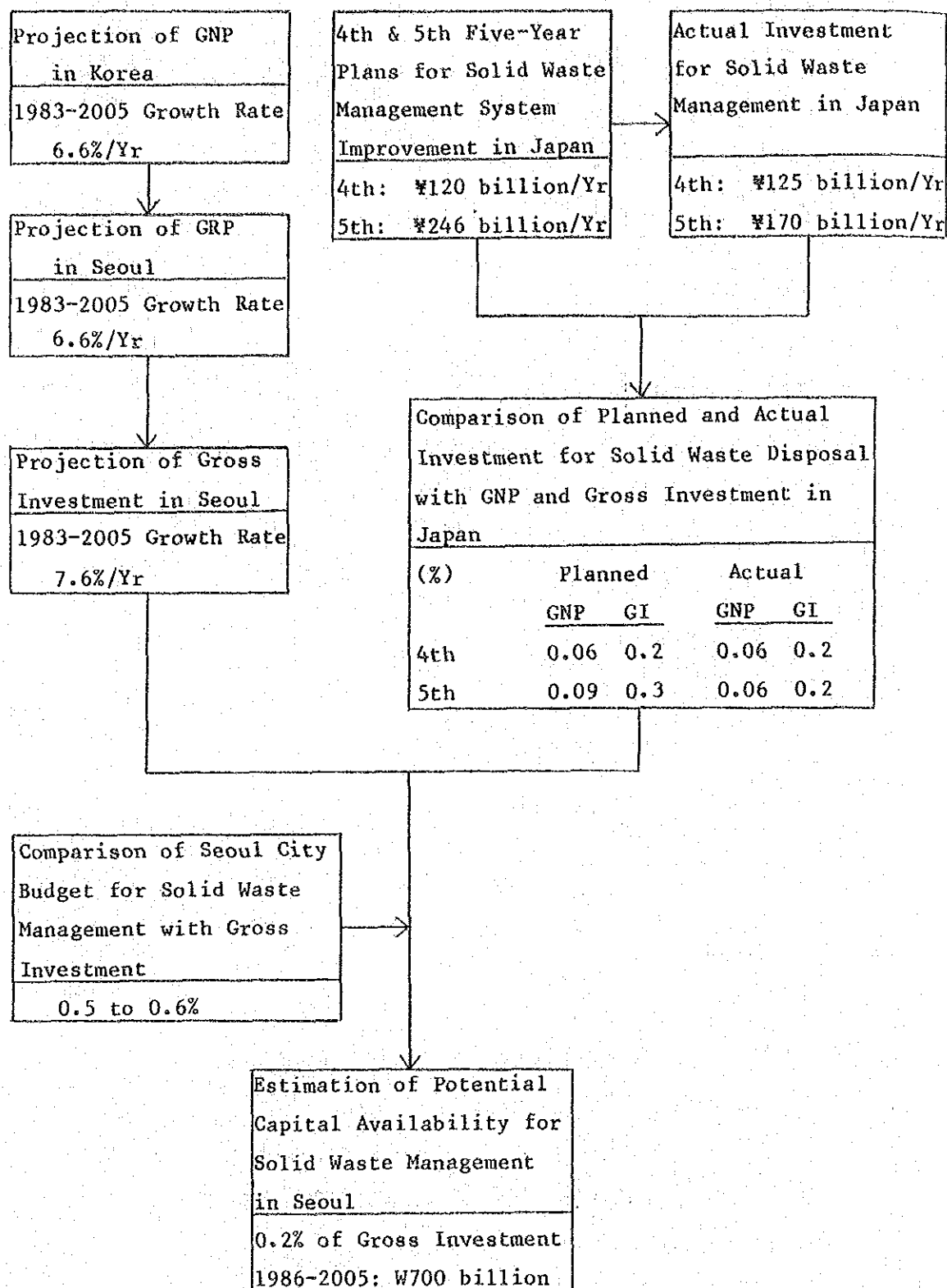
こうした点を考慮して、ここでは政府が固形廃棄物整備に対する優先度を付けるための情報を提供することに努力を向ける。このため、ソウル市における固形廃棄物整備に対する資本の潜在的入手可能性を、ソウル市および他の国々での慣例を勘案しながら評価する。その後推定された資本の潜在的入手可能性を、2005年までのマスター・プランの計画期間に提案された代替案に必要な資本と比較した。資本が不足する場合は、たとえばサービス・レベルが低下しても、よりコストのかからない別の代替案を入念に作成する必要がある。

ここでの固形廃棄物整備に対する資本の潜在的入手可能性の評価は、経済計画のための詳細なセクター分析の結果ではないが、政府が優先順位付けを行うに際して十分参考となると思われる。Fig. 5-4-1は作業フローを示したものである。

5-4-2 資本の入手可能性

漢江流域環境総合計画のマスタープランによれば、先進工業国における公害防止関連投資の一般的水準は、GNPの約0.5%から2.0%にあるという。この公害防止関連投資は、固形廃棄物だけでなく、水および空気に関する公害防止も含んでいる。このフィージビリティ・スタディは、先進工業国の経験から、公害防止関連投資に対してGNPの1%を振向けるのが妥当であると結論を出している。

Fig. 5-4-1 Work Flow for Estimation of Capital Availability



日本における公害防止関連投資は、1975年にGNPの2%まで増加した。ごみ処理に対する投資は、第4次廃棄物処理施設整備5カ年計画において、1976年から1980年までに6千億円に達すると見込まれた。1981年日本政府は1981年から1985年の計画期間の投資額が1兆2,300億円にのぼる第5次五カ年計画を承認した。Table 5-4-1に第4次と第5次五カ年計画の比較を示した。

Table 5-4-1 The 4th and 5th Five-Year Plans for Solid Waste Management System Improvement of Japan

	The 4th Five-Year Plan (1976-1980)		The 5th Five Year Plan (1981-1985)	
	Volume	Amount (billion Yen)	Volume	Amount (billion Yen)
Incineration Facilities	42,000 t/d	472.9	59,850 t/d	772.7
Bulky Waste Processing Facilities	80 units	18.3	85 units	35.0
Facilities Improvement Works	-	23.5	-	20.1
Disposal Facilities	728 sites	59.5	168,250,000m ²	209.8
Landfill Site Acquisition	-	-	17,123,000m ²	109.3
Collection Vehicles, etc.	-	25.8*	-	83.1
Total		600.0		1,230.0

Note : * estimated

Source : City and Waste, Vol. 12, No. 1

年平均の投資額は、第4次五カ年計画が1,200億円、また第5次五カ年計画が2,460億円となっている。これらの投資額を同期間の日本のGNPおよび総投資と比較した結果、第4次五カ年計画ではGNPの0.06%および総投資の0.2%となり、また第5次五カ年計画ではそれぞれ0.09%および

0.3%となった。第4次および第5次五カ年計画で提案された必要投資額は、固形廃棄物整備に対する最適な投資水準とみなすことができるであろう。

他方、固形廃棄物整備に対する中央政府の実際の予算は、第4次五カ年計画期間中は年360億円であり、1981年から1984年までは490億円であった。こうした予算規模を基に日本の固形廃棄物整備に対する総投資額を推定すると、1976年から1980年までの第4次五カ年計画期間中、年間投資の実績値は1,250億円と思われ、これは同計画で提案された投資額と同じ水準であった。これはひとつには石油危機後の物価の高騰によるものと思われる。また1981年から1984年までの年間投資額は、第5次五カ年計画で期待された投資額より30%低い、1,700億円と推定される。この投資の推定値をGNPおよび総投資と比較すると、GNPの0.06%また総投資の0.2%となる。この投資水準は、健全な固形廃棄物整備を維持するための最少限必要なものとみなすことができよう。

ところで、ソウル市の固形廃棄物整備の予算は、1983年より1984年までソウルGRPの0.17から0.18%また総投資の0.5から0.6%であった。この予算規模では、上記投資水準を達成するためには、総予算の30から50%を振り向けなければならない。他方、ソウル市の総予算は、最近GRPの10%をいくらか越えている。従って固形廃棄物整備の予算は、総予算の1.5から1.6%程度となる。埋立地の限られた空間は、ごみ処理をコスト高にし、将来より多くの予算を使うことになるだろう。

言うまでもないが、ソウル市の固形廃棄物整備に対する資本の入手可能性は、ソウル市および中央政府がこの分野に与える優先度に大きく依存している。先進工業国での経験によれば、公害防止関連の投資は、経済発展につれて増加する。韓国でのこの分野への投資は、将来先進工業国の一員として急速に増えるものと思われる。固形廃棄物整備に対する市の予算もそれに従って増加するものと期待される。

5-4-3 潜在的資本の入手可能性

マスター・プランで提案された投資の実現可能性を検討するために、本報告書は、将来の固形廃棄物整備に対する潜在的資本の入手可能性を日本の経験から推定した。このため日本における固形廃棄物整備関連投資の対GNPおよび総投資比をソウル市のGRPおよび総投資にかけ合せた。ソウル市の計

画期間中に入手可能な資本の総額は、Table 5-4-2に示すように総投資の3%の場合9,850億ウォンまたGRPの0.06%の場合5,300億ウォンに達するものと予想された。

総投資の0.3%という最も投資額の大きい場合は、日本が目標とし、資金不足から達成できなかった固形廃棄物整備関連投資の最適もしくは理想的な水準と言える。逆に、日本は第4次および第5次五カ年計画において固形廃棄物整備に総投資の0.2%を実際に使った。これはまた、第4次五カ年計画の目標でもあった。この投資水準をソウル市に適用すると、約6,600億ウォンが計画期間中固形廃棄物整備に向けられることになる。この金額は、ソウルのGRPの0.074%を1986年から2005年までごみ処理に振り向けた場合の投資水準に一致する。従ってGRPから見た場合、6,600億ウォンにのぼる投資は、ちょうど0.09%という最適な投資と0.06%という実際の投資水準の中間にある。このことは、ある程度最適な投資水準に近づく努力をする必要性を示唆している。

再びソウル市の固形廃棄物整備に対する資本の入手可能性は、政府がこの分野に与える優先度にかかっている。しかし、先進工業国の経験と、将来の韓国の経済発展を考えたとき、資本の潜在的入手可能性は、マスター・プランの期間中およそ7,000億ウォンに達するものとみられ、これは、総投資の約0.2%に当ることになり、第4次および第5次五カ年計画で日本がこの9年間に行った実際の投資水準と一致する。他方GRPから見た場合、この金額は日本の実際の投資水準より高いが、8,000億ウォンあるいは1兆ウォンにのぼるGRPの0.09%あるいは総投資の0.3%といった最適投資水準と比較した場合、達成すべき目標として非現実なほど高いとは思われない。

こうした点を考慮すると、経済的観点からみた場合、ソウル市の計画期間中の固形廃棄物整備に対する資本の潜在的入手可能性として、7,000億ウォンという金額は妥当なものと思える。この投資規模は、マスター・プランの目標年である2005年にソウル市で発生する可燃物の50から60%を焼却することを可能にするであろう。

Table 5-4-2 Potential Availability of Capital

(Unit: billion Won at 1984 constant prices)

Year	Seoul GRP				Gross Investment			
	0.09%	Cumulative	0.06%	Cumulative	0.3%	Cumulative	0.2%	Cumulative
1986	20.3	20.3	13.6	13.6	23.1	23.1	15.4	15.4
1987	21.8	42.1	14.5	28.1	25.2	48.3	16.8	32.2
1988	23.3	65.4	15.5	43.6	27.3	75.6	18.2	50.4
1989	24.8	90.2	16.6	60.2	29.7	105.3	19.8	70.2
1990	26.5	116.7	17.6	77.8	31.5	136.8	21.0	91.2
1991	28.3	145.0	18.8	96.6	33.9	170.7	22.6	113.8
1992	30.2	175.2	20.1	116.7	36.6	207.3	24.4	138.2
1993	32.3	207.5	21.5	138.2	39.3	246.6	26.2	164.4
1994	34.4	241.9	22.9	161.1	42.3	288.9	28.2	192.6
1995	36.5	278.4	24.4	185.5	45.0	333.9	30.0	222.6
1996	38.9	317.3	25.9	211.4	48.0	381.9	32.0	254.6
1997	41.4	358.7	27.6	239.0	51.6	433.5	34.4	289.0
1998	44.2	402.9	29.5	268.5	55.2	488.7	36.8	325.8
1999	46.8	449.7	31.2	299.7	58.8	547.5	39.2	365.0
2000	49.7	499.4	33.1	332.8	62.4	609.9	41.6	406.6
2001	52.7	552.1	35.1	367.9	66.3	676.2	44.2	450.8
2002	55.8	607.9	37.2	405.1	70.5	746.7	47.0	497.8
2003	59.1	667.0	39.4	444.5	75.0	821.7	50.0	547.8
2004	62.5	729.5	41.6	486.1	79.2	900.9	52.8	600.6
2005	65.7	795.2	43.8	529.9	84.0	984.9	56.0	656.6

5-5 実施計画

5-5-1 方針

(1) 概要

廃棄物の最終処分場を確保することがソウル市における廃棄物処理システムのなかで最も重要な問題である。これに対し、中間処理により埋立てられる廃棄物量を減量させることがソウル市の現状から判断すると最も合理的な解決策である。

そのため、マスタープランでは、中間処理に関しては最も減量効果の高い焼却処理を採用し、更に高い処理効率を得るため分別収集の導入を提案する。また、それに伴い収集輸送システムの改善を提言する。

(2) 分別収集の導入

廃棄物を収集や中間処理等の目的に応じ、適正に分類し、分別収集を行うことが、マスタープランの第一の基本方針である。分別収集を行うことは効率の良い減量化や資源回収を行うのに必要なばかりでなく、ごみを分別して排出することにより、市民の廃棄物処理に対する理解と自覚を促す効果がある。

分別数は可燃物、一般不燃物及び煉炭灰の3種にて行う。分別収集実施の成否は全て住民の協力いかんによって決定されるため分別は、焼却を行う地区をモデル地区として設定し、この地区に対して行うこととする。

分別収集の確立のためには、パンフレット等による広報活動を充分に行うことが大切である。

資源回収は収集等新しいシステム確立後、行うものとするが、確立前においても可能な資源回収は実施されるべきであると考ええる。

(3) 収集、輸送改善

現在までの、リヤカー収集及び人力積み換えシステムにおける、環境破壊、美観の悪さ、非衛生面、労働条件の悪さ等を考えた時、同システムは改善される必要がある。

更に将来の労働賃金の上昇、環境面に対する、市民の要求、交通状況の変化等を考慮すれば収集輸送システムの近代化ということは避けられない問題である。

サブセクション 4-2-4 の Table 4-2-17 で示した通り、現状のリヤカーシステムと車両システムの費用比較では、現状では殆んど差がみられていないが将来の人件費の上昇を考えれば、車両システムが有利となる。

従って、廃棄物の収集輸送システムの改善策として、車両による収集輸送を採用しその適用車種は、可燃物に対し、2トン及び4トンのバッカー車、一般不燃物及び煉炭灰については同じく2トン及び4トンのダンプトラックとする。

また、最終処分場が仁川に移行する場合、輸送距離が、現状より大幅に延びるため、輸送コスト低減のため、中継基地を設けることが必要となる。

この時、焼却を行わない可燃物については、上記中継基地を用いて最終処分場へ輸送することになる。

(4) 中間処理の実施

中間処理の目的は以下の通りである。

- 埋立期間延命のための廃棄物の減量化
- 環境保全及び衛生維持のための安定化及び無害化
- 減量及び減容化に伴う、輸送費用の低減
- 資源回収及びエネルギー回収

最終処分場の確保は、仁川海面埋立実現のいかににかかわらず、ソウル市にとって、現在及び将来とも、大きな問題である。この状況を解決するためには、埋立地に運ばれる廃棄物の量を減らすことが必要となる。

マスタープランの最適案は可燃物に対して焼却、また、一般不燃物に対し資源回収を行うことになっている。

しかしながら、焼却場の建設には、多大な投資を必要とするため経済的に妥当な投資額の観点から、焼却割合は50～60%程度とすることが望ましい。また、焼却地区の設定には、焼却による輸送量減少に伴う輸送費用の低減効果を考慮する必要がある、この点で、最終処分場（仁川）から遠い地区を選定することが最も高い効果が得られることから、ソウル市の東側が、焼却地区の候補としてあげられる。従って、2005年における焼却地区については、区を最小単位とし、仁川への輸送距離の遠さの点から、道峰区、東大門区、城東区、城北区、江南区、江東区が選択された。

施設建設計画は、まず、デモンストレーションとして、600 ton/日の発電型焼却炉の建設を行い、これにより韓国における焼却技術を確立し、人材育成や季節別ごみ質、廃棄物発生量等のデータ収集を通じて、同技術の開発を行う事を提言する。

一方、資源回収は中継基地にて行うこととし、同施設の導入は中継基地の整備終了後、1996年から建設を始めることとした。

(5) 埋立計画

埋立は、廃棄物処理事業に必要な欠くべからざるものであるが、利用可能な土地資源は、限られたものであることを忘れてはならない。

ソウル市には新たな埋立用地を確保することが困難であるため、蘭芝島マウンディングを早急に実施する必要がある。

また、それ以降の埋立計画を確立しておくことも大切である。

本検討では、蘭芝島マウンディングは1994年までに飽和すると試算されておりそれ以降は、仁川埋立に移行せざるを得ない。

従って、ソウル市当局は、1990年以前に仁川埋立開始のための方策をすみやかに立案する事が望まれる。

(6) 住民協力

住民協力は行政サイドにとって廃棄物処理事業を行う際の最も基本的要因であるが、住民側からみれば、それは必ずしも、歓迎すべきことがらであるとは言えない。本計画では、廃棄物の分別やステーション収集といったこれまでになかった方法を採用しているため住民協力が特にプロジェクト成功の鍵となる。従って、住民に対する同方策の必要性に対するコンセンサスを得るための行政面での広報活動が、大きなウェイトを占めることとなる。

(7) 人材及び制度の充実

マスタープランの実施に伴い、清掃事業の果たす役割は大きくなり、またその責任も増大かつ複雑化する。施設計画や施設の運転、及び車両配車計画等、作業量の増加に伴い、組織制度の改革や人材の育成が必要となってくる。特にマスタープランを円滑に進めるためには精度の高い計画や、データ集積が必要であり、これらを行うための人材育成を早急に行うことが重要である。

5-5-2 マスタープランの提案

技術的及び経済的検討により策定された最適マスタープラン及びサブシステムを以下に記す。

分 別 方 法：3種分別（可燃物、一般不燃物、煉炭灰）

貯留、排出、収集方法：基本的にはステーション方式（煉炭灰はコンテナボックス、煉炭灰以外は袋収集）

収集車は、パッカー車及びダンプトラック（型式は、道路状況による）

中 継、輸 送 方 法：機械化中継基地、大型輸送車

中 間 処 理：焼却（可燃物）、資源回収（一般不燃物）

最 終 処 分：蘭芝島（マウンディング）、仁川海面埋立、市内小規模埋立地

廃棄物処理のフローを Fig. 5-5-1 に示す。

マスタープラン最適案はソウル市における埋立用地獲得の難易性から、減量のための中間処理に重きをおいている。ソウル市における廃棄物の性状から、燃焼温度及び資源回収の回収率を高めるため3種分別を行うことが望ましい。

提案される中間処理（焼却）は、高い減量効果を有しているため、埋立地の延命化が可能となる。

資源回収によって得られる利益は特に大きいというわけではないが、施設運営費用の一部を負担することが出来よう。

焼却による熱回収物は、施設自身及び周辺地域に利用されることになる。

煉炭灰は有効処理は行なえないが、最終処分場の衛生埋立に対する覆土材として利用が可能である。

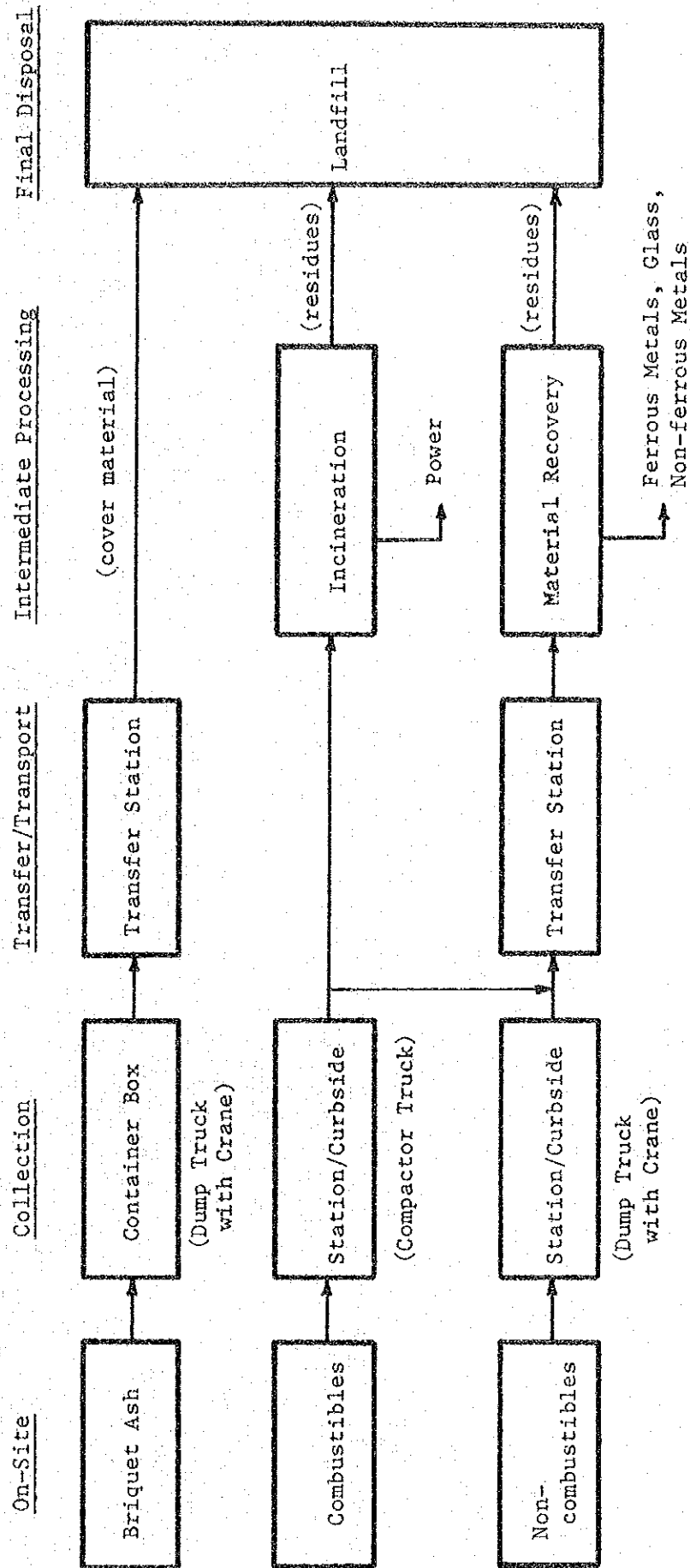


Fig. 5-5-1 Flow Diagram of Proposed System

5-5-3 施設配置計画

(1) 基本概念

本章では、マスタープランにおける中間処理施設及び中継基地の最適配置計画を、コンピュータシミュレーションにより策定するものである。

シミュレーションを行うに際しての基本概念を以下に記す。

- 2005年を目標年次とする。
- 車両収集改善は、全ソウル市を対象とする。
- 発生する廃棄物は、可燃物、一般不燃物、煉炭灰の3種類に分類出来る。ここで、焼却を行う地区については3種分別その他の地区については2種分別（煉炭灰及びその他）を行うものとする。
- 中間処理は、焼却とするが、全可燃物中の焼却割合はセクション5-4に従い50～60%とする。
- 焼却を行わない可燃物については、サブセクション4-2-3に従い、中継を行い埋立地へ運ぶ。
- 中継基地の仕様は、平面式ホッパータイプとし、コンテナ輸送を行う。
- マスタープラン段階における最終処分場は仁川とする。
- 車両仕様は
 - ・可燃物の収集は2トン及び4トンパッカー車を用いる。
 - ・一般不燃物及び煉炭灰の収集は2トン及び4トンのカバー付ダンプトラックを用いる。
 - ・2種分別地区における可燃及び一般不燃物の収集は2トン及び4トンパッカー車を用いる。
 - ・中継ごみ及び焼却灰の二次輸送車は10トンコンテナ車を用いる。

(2) 配置計画の手法

中継基地及び焼却場の最適配置計画は以下の手法によって求められる。

シミュレーションフローをFig. 5-5-2に示す。

[Remarks]

*1. Collection and Transportation cost per ton - kilometer is obtainable by following equation.

$$C_{unit} = \frac{m}{q} + \frac{f \cdot Q}{q} + \frac{S \cdot W \cdot d}{k \cdot q} + \frac{V}{k \cdot q \cdot C_u}$$

Where,

C_{unit}: Cost per ton per km (won/t/km)

m : Vehicle operation and maintenance cost (won/km)

f : Fuel consumption volume (l/km)

Q : Fuel unit price (won/l)

S : Worker unit cost (won/per/d)

W : Number of workers (per)

d : Driver unit cost (won/d)

V : Vehicle purchase cost (won/vehicle)

C : Term of vehicle depreciation (year)

u : Working days per year (days/year)

k : Number of trips a day per vehicle (trips/day/vehicle)

l : Distance per trip (km/trip)

q : Solid waste transportation amount (ton)

*2. Equation for number of trips a day per vehicle is as follows:

$$k = \frac{T_e}{q(16.7E_1 + E_2) + T_t + T_d}$$

where, T_e : Effective working time (min/day)

E₁ : Loading coefficient (sec/kg)

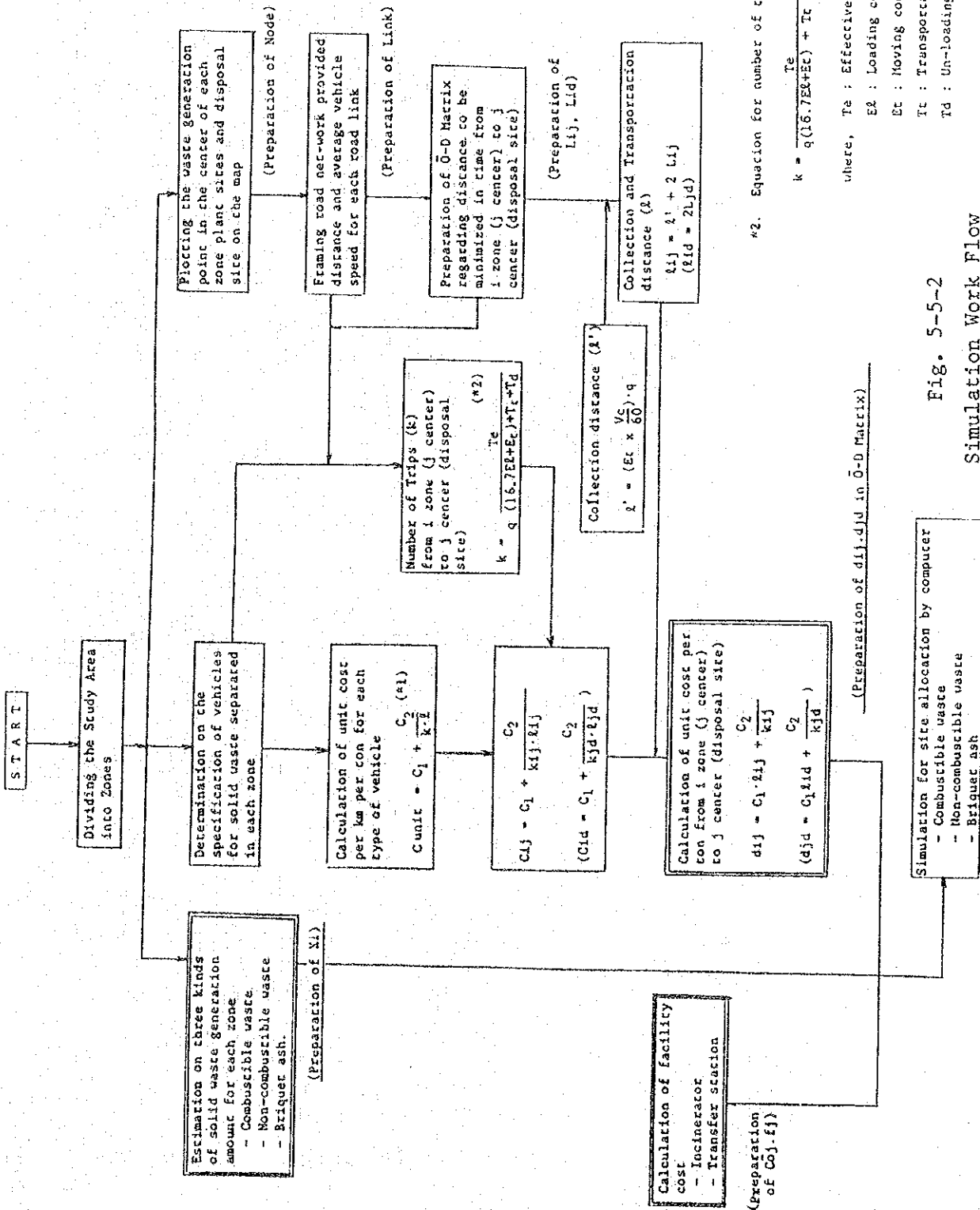
E₂ : Moving coefficient (min/ton)

T_t : Transportation time (min/trip)

T_d : Un-loading time (min/trip)

Fig. 5-5-2

Simulation Work Flow



$$C = \sum_i \sum_j d_{ij} \cdot x_{ij} + \sum_i \sum_j (C_{oj} + d_{id}) \cdot x_{ij} + \sum_j Y_j f_j$$

$$\text{subject to, } \sum_j x_{ij} = q_i$$

$$\sum_i x_{ij} \leq b \cdot Y_j$$

$$Y_j = \{ 1 : \text{if } \sum_i x_{ij} > 0, 0 : \text{if } \sum_i x_{ij} = 0 \}$$

ここで、

C : トータルコスト (won/ton)

x_{ij} : i ゾーンから j 施設への輸送量 (ton/day)

d_{ij} : i ゾーンから j 施設への輸送単価 (won/ton)

C_{oj} : 廃棄物量に従って直線変化する維持費、運転費、原価償却費等の施設費
(won/ton)

d_{jd} : j 施設から最終処分場への二次輸送費 (won/ton)

f_j : j 施設の固定費 (won/day)

q_i : i ゾーンにおけるごみ発生量 (ton/day)

b : 取り扱い制限量 (施設容量) (ton/day)

(3) シミュレーション条件

a. 施設候補地

現地調査及び過去の調査により、焼却場及び中継基地の施設候補地は Fig 5-5-3 に示す通りである。

全候補地は、中継基地の施設用地として使用可能であるが、江東区内の空港に近い候補地 1ヶ所については、空港の航空管制による高さ制限の関係から、焼却場用の候補地としては取り扱わない。

b. 対象地区のゾーニング

対象地区は廃棄物の発生状況及び地域特性から Fig.5-5-3 に示す 41 地区にゾーニングされる。

c. 収集、輸送ルート

ソウル市における現状の都市計画図に従い、ルート図を作成する。

シミュレーションに用いる道路網及び走行速度を Fig.5-5-3 に示す。

Vehicle Speed (km/hr)				Remark
Road Width	Heavy Traffic Road	Mean	Light Traffic Road	
$\geq 40\text{ m}$	20	30	40	1. Roads along river: 40km/hr 2. When crossing Han River: 50% speed reduction
$\geq 25\text{ m}$	15	25	35	
$< 25\text{ m}$	10	20	30	

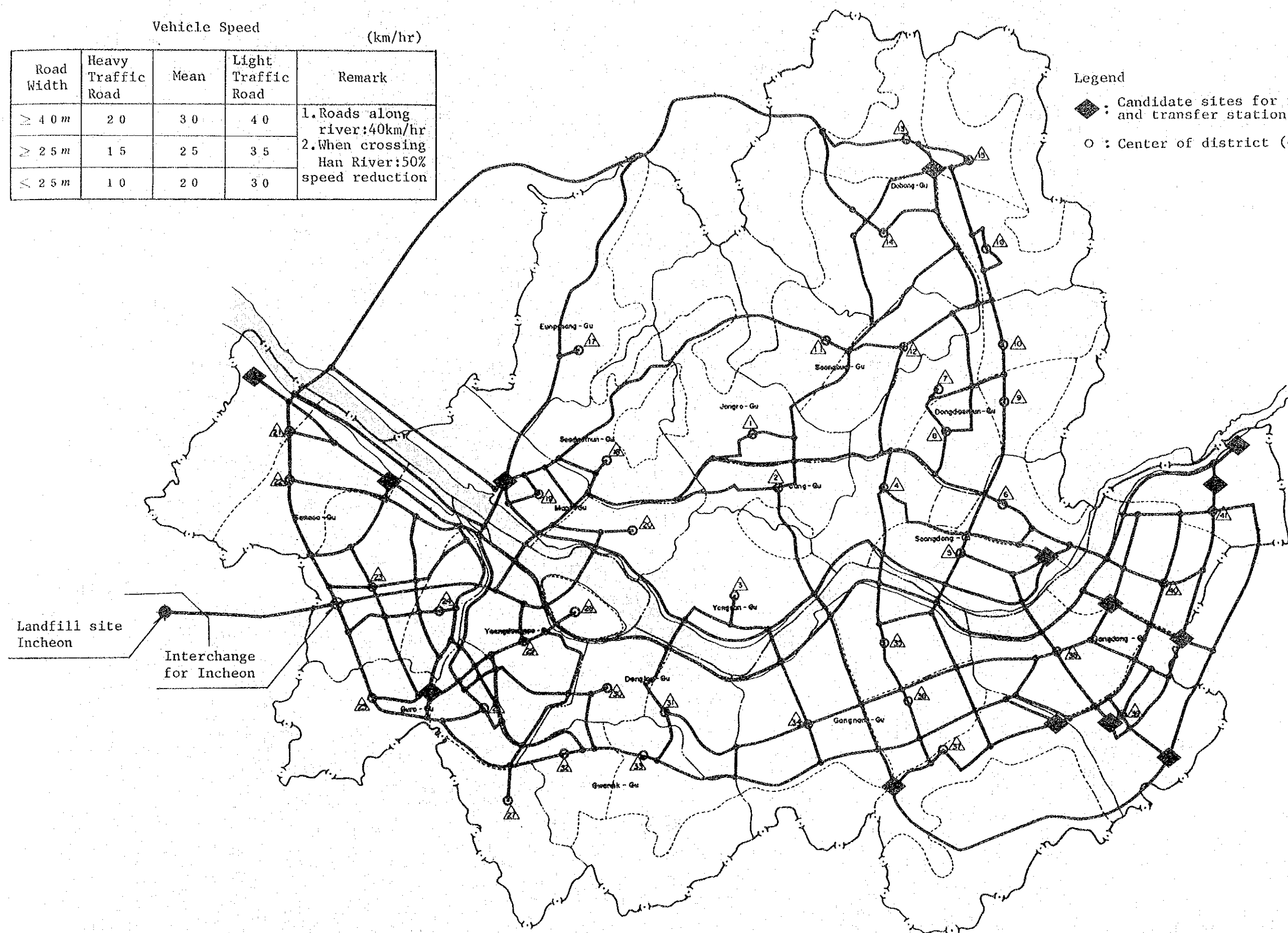


Fig. 5-5-3 Base Map for Simulation

d. インプットデータ

シミュレーションに用いるインプットデータを Table 5-5-1~5-5-5 に示す。

焼却地区の選定には、焼却による減量効果をもたらす二次輸送費の低減を考慮する。

この点において、焼却地区は最終処分場（仁川）から遠い方、即ち、ソウル市の東部地区を選択することが有利となる。

該当する区は、道峰、東大門、城北、城東、江南、江東、等である。

マスタープランの2005年における焼却可能割合は50~60%であるが、上記の各区における可燃物の発生量から試算すると、

$$\begin{aligned}\text{焼却割合} &= \frac{\text{6区における可燃物発生量}}{\text{全ソウル市における可燃物発生量}} \\ &= \frac{7638 \text{ t/day}}{14580 \text{ t/day}^*} = 52\%\end{aligned}$$

* 木洞（130 t/day）、蘭芝島（1,230 t/day）

両プラントの処理量を除く

(4) 最適配置計画

マスタープランについて、最も経済的な、廃棄物の処理処分方法を策定するため、いくつかの配置計画代替案が考えられる。

これらの代替案は、中間施設（焼却場及び中継基地）の数によってそれぞれ別途に算定される。

コンピュータによる解析結果を Fig. 5-5-4~5-5-7 に示す。

これはマスタープランの目標年度である2005年に対し、用地取得の容易性や行政区界、現在の処理処分状況や2005年までの増設計画等を考慮せずに、単純に最も経済的なシステムとして求めた結果である。従って、実際の配置計画案はこの結果に以下の要素を考慮して策定し直す必要がある。

- 中間施設に対する用地取得の容易性
- 近隣の候補地をまとめること等による維持管理のし易さ

Table 5-5-1 Basic Data for Simulation

Districts	Population (x 10 ³)	Per Capita (kg/cap/d)	Refuse Generation Rate (t/d)			Collection Rate (t/d)					Collection Vehicle
			Total (t/d)	Component		Combustibles for Incineration (Type A or B)	Briquet Station (Type C or D)	Non-processed wastes exclude Briquet Ash in 2 components Separated Area (Type C or D)	Non-processed wastes exclude Briquet Ash in 2 components Separated Area (Type A or B)		
				Combustible table	Briquet Ash						
I 1 Jongto	300	5.425	1,628	972	461	195	-	461	-	1,167	A C
2 Jung	240	5.425	1,302	778	368	156	-	368	-	934	A C
III 3 Yongsan	360	2.221	801	478	227	96	-	227	-	574	A C
4 Seongsong	(1) 310	1.735	537	321	152	64	321	152	64	-	A C
5 "	(2) 330	1.735	342	162	69	69	342	69	69	-	A C
6 "	(3) 240	1.735	416	248	118	50	248	118	50	-	A C
7 Dongdaemun	(1) 250	1.735	433	259	122	52	259	122	52	-	A C
8 "	(2) 270	1.735	468	280	132	56	280	132	56	-	A C
9 "	(3) 230	1.735	399	238	113	48	238	113	48	-	A C
10 "	(4) 310	1.735	537	321	152	64	321	152	64	-	A C
11 Seongsuk	(1) 320	1.735	555	331	157	67	331	157	67	-	A C
12 "	(2) 330	1.735	573	342	162	69	342	162	69	-	A C
13 Dobong	(1) 280	1.735	485	290	137	58	290	137	58	-	B D
14 "	(2) 500	1.735	867	518	245	104	518	245	104	-	A C
15 "	(3) 500	1.735	521	311	147	63	311	147	63	-	B D
16 "	(4) 240	1.735	416	248	118	50	248	118	50	-	B D
IV 17 Eunpyeong	470	2.221	1,045	624	296	125	-	296	-	596	A C
18 Seodaemun	460	2.221	1,023	611	289	123	-	289	-	585	A C
19 Mapo	(1) 200	2.221	445	266	126	53	-	82	-	20	A C
20 "	(2) 340	2.221	756	452	214	90	-	138	-	33	A C
21 Gangseo	(1) 300	1.909	573	342	162	69	-	162	-	411	B D
22 "	(2) 200	1.909	573	342	162	69	-	162	-	411	B D
23 "	(3) 450	1.909	859	513	243	103	-	243	-	616	A C
24 "	(4) 140	1.909	268	160	76	32	-	76	-	62	A C
25 Guro	(1) 360	1.909	687	411	194	82	-	194	-	493	A C
26 "	(2) 160	1.909	267	160	75	32	-	75	-	192	A C
27 "	(3) 230	1.909	432	262	124	53	-	124	-	315	A C
28 Yeongdeungpo	(1) 100	1.909	191	114	54	23	-	54	-	137	A C
29 "	(2) 210	1.909	764	456	216	92	-	216	-	548	A C
30 Dongjak	(1) 230	1.909	439	262	124	53	-	124	-	315	A C
31 "	(2) 200	1.909	382	228	108	46	-	108	-	274	A C
32 Gwanak	(1) 280	1.909	535	319	152	64	-	152	-	383	A C
33 "	(2) 300	1.909	573	342	162	69	-	162	-	411	A C
34 Gangnam	(1) 340	2.153	732	437	207	88	437	207	88	-	B D
35 "	(2) 370	2.153	797	476	225	96	476	225	96	-	B D
36 "	(3) 260	2.153	561	335	159	67	335	159	67	-	B D
37 "	(4) 420	2.153	905	541	236	108	541	236	108	-	B D
38 Gangdong	(1) 350	2.153	754	450	213	91	450	213	91	-	B D
39 "	(2) 400	2.153	861	514	244	103	514	244	103	-	B D
40 "	(3) 340	2.153	732	437	207	88	437	207	88	-	B D
41 "	(4) 310	2.153	668	399	189	80	399	189	80	-	B D
Total	12,500	Ave. 2.107	26,340	15,730	7,450	3,160	7,638	7,330	1,535	8,477	

Remarks: As for collection rate of waste, Mok-Dong (130 t/d) and Nanjido (1,230 t/d) waste are excluded.

Combustibles for Mok-don are collected from Gangseo (4)-130 t/d.

Combustibles for Nanjido are collected from, Mapo (1)-266 t/d, Mapo (2)-542 t/d, Eunpyeong-153 t/d, Seodaemun-149 t/d.

Briquet Ash for Nanjido are collected from, Mapo (1)-44 t/d, Mapo (2)-76 t/d.

Non-combustibles for Nanjido are collected from, Mapo (1)-33 t/d, Mapo (2)-57 t/d.

Legend:

A: compactor car - 2 ton

B: compactor car - 4 ton

C: covered dump truck - 2 ton

D: covered dump truck - 4 ton

Table 5-5-2 Norminal Loading Capacity

Vehicles	Kind of Waste	Bulk Density (t/m ³)	Loading Capacity (t)
2t Compactor (4 m ³)	Combustibles	0.35	1.4
	Non-processed *1	0.35	1.4
4t Compactor (8 m ³)	Combustibles	0.35	2.8
	Non-processed *2	0.35	1.4
2t Dump Truck(4 m ³)	Briquet ash	0.5	2.0
	Non-Combustibles	0.3	1.2
4t Dump truck(7 m ³)	Briquet ash	0.5	3.5
	Non-Combustibles	0.3	2.1
10 t Container (20 m ³)	Combustibles	0.3	6.0
	Non-Combustibles	0.3	6.0
	Briquet ash	0.5	10.0
	Incineration Ash	1.0	10.0

*1,*2 : Non-processed wastes excluding briquet ash.

Table 5-5-3 Basic Data on Vehicles

Item		Vehicle Purchase Cost v (¥/veh)	Vehicle Depreciation Term t (yr)	Annual Working Days u (d/yr)	Vehicle O/M Cost m (¥/km)	Fuel Consumption Rate f (l/km)	Worker Unit Cost s (¥/per/d)	No. of Workers w (per/veh)	Driver Unit cost d (¥/d)	Fuel Unit Cost o (¥/km)
Compactor Car	2 ton	18,600,000	6	300	15% 153	0.25	9,500	2	12,500 x lper	270
	4 ton	21,900,000	6	300	15% 183	0.33	9,500	2	12,500 x lper	270
Dump Truck	2 ton	12,300,000	6	300	10% 68	0.17	9,500	2	12,500 x lper	270
	4 ton	17,600,000	6	300	10% 98	0.25	9,500	2	12,500 x lper	270
Transportation		Container Car 38,400,000 Container Box 3,750,000	6	300	(10%: Car only) 171	0.40	-	-	12,500 x lper	270

Note : Collection $m = \frac{V \times x\%}{u \times 60 \text{ km/d}}$

Transportation $m = \frac{V \times x\%}{u \times 75 \text{ km/d}}$

Table 5-5-4 Coefficients for Calculation of Trip Number

Vehicle	Loading Coefficient E_l (sec/kg)	Travelling Coefficient E_t (min/ton)	Haul Time T_t (min)	Unloading Time T_d (min)
Compactor Car	1	4	$120 \times \frac{L}{V}$	10
Dump Truck	1	4	$120 \times \frac{L}{V}$	10
Transportation Vehicle	$t_l = 20 \text{ min}$		$120 \times \frac{L}{V}$	20

Note : L = Distance (km)
 V = Vehicle speed (km/h)

Table 5-5-5 Operation and Maintenance Costs for Facilities

Facility	Formulas
Incineration plant	$C_R = 10,780 Q + 1,272,000$ (W/site)
Transfer Station	$C_R = 660 Q + 17,840$ (W/site)

Note : Costs for labor, operation and maintenance, and depreciation are included

Q = capacity of plant or station

Landfill site
Incheon

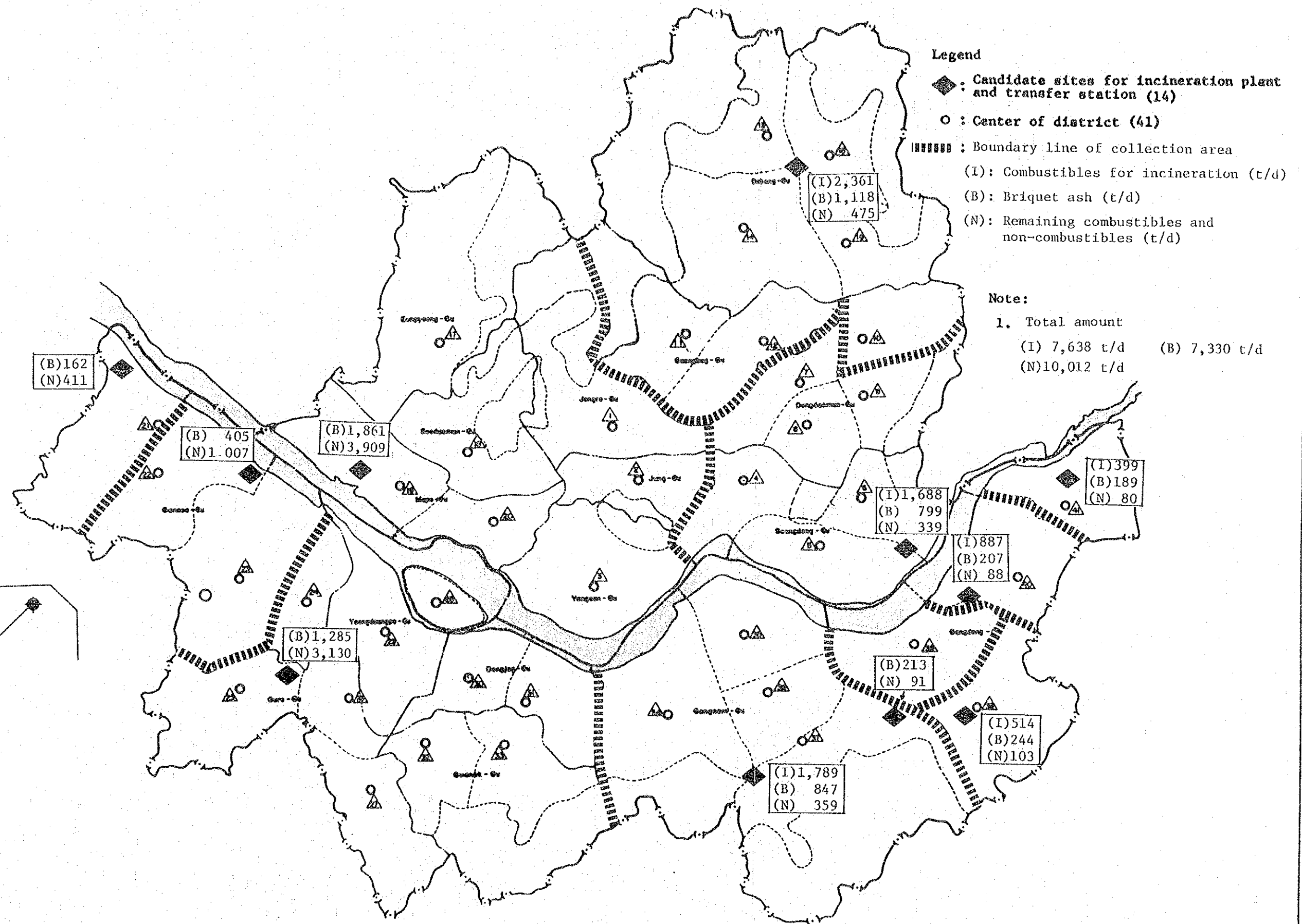


Fig. 5-5-4 Location Map of Facilities Selected by Simulation Analysis

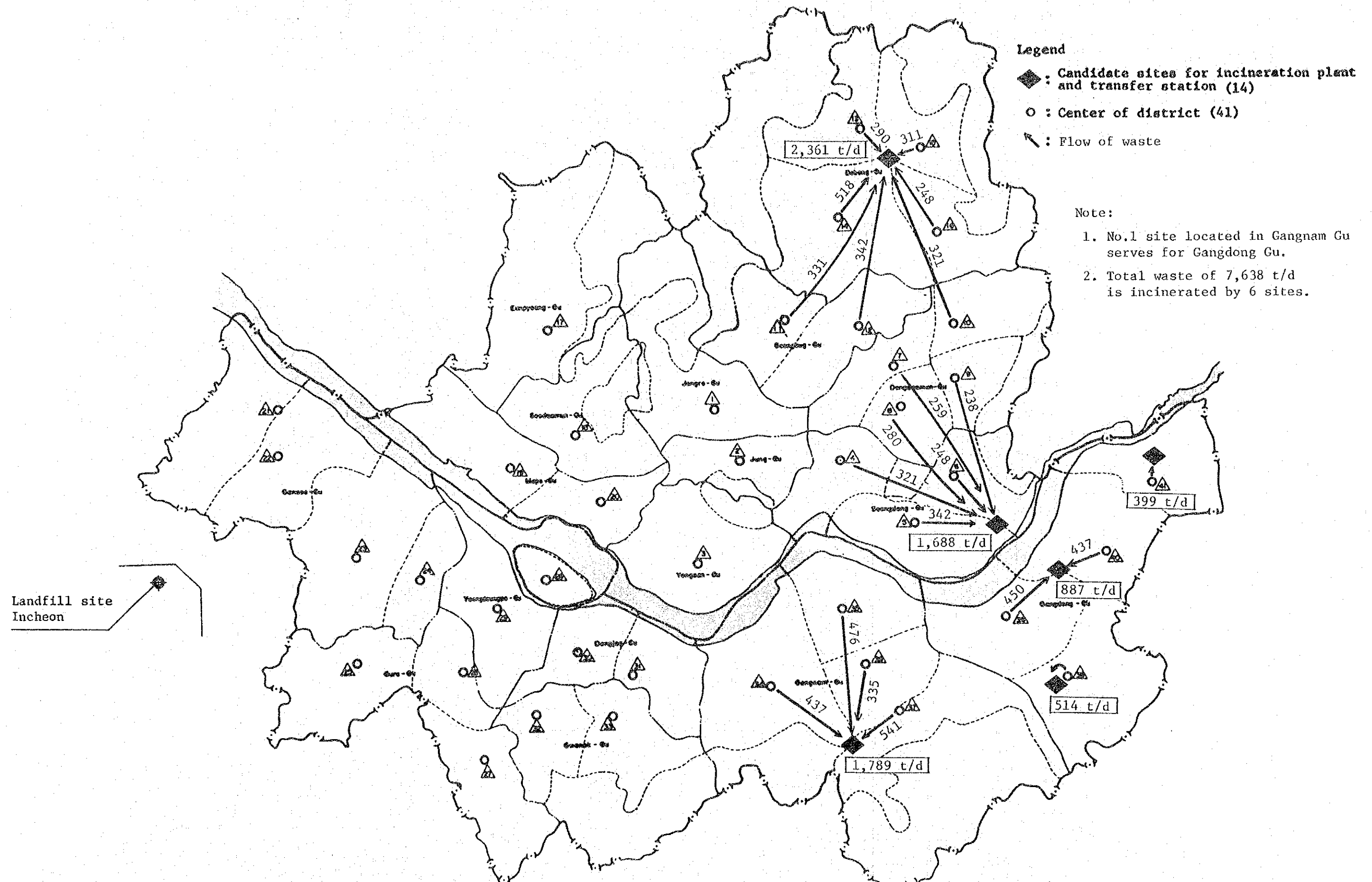


Fig. 5-5-5 Collection Plan of Combustibles Obtained by Simulation Analysis

- 同一地区で発生した異種のごみ（可燃物と煉炭灰等）を同一用地へ運ぶことによる収集輸送管理のし易さ

最適施設配置計画及び各施設の受け持つ収集エリア、最終処分場への輸送ルート
を Fig.5-5-8 にまとめる。

注) 江東区のごみは Fig.5-5-8 に示すように、江南区内の施設へ運ぶ。

当該用地は、1988年までにソウル市によって中間処理施設として建設が
予定されている用地である。

この結果から以下の事項が考察される。

ソウル市内には、中間施設用地の候補箇所が少ないため、1ヶ所当りの施設規模
が大きくなり、車両集中の危険性が懸念される。従って、1ヶ所当りの施設規模
について制限容量を設ける必要がある。

今、もし施設規模が3,000トンとすると、ピーク時には約1,000トンものごみが
集中する可能性があり（車両数にして約500台）交通渋滞を引き起こすことは
容易に予想出来る。

従って、スムーズな、収集輸送システム確立のために、ごみ輸送車専用レーンや
道路幅の拡張及び取り付け道路の新設、一方通行、駐車スペースの確保等、様々
な方策が必要となる。

一方、シミュレーションに用いた候補地は各ゾーンにおける代表的な箇所を選ん
でいるため、実際の計画では車両集中を緩和するため、候補地の周辺にて、施設
建設位置を分散させる等の方策も考慮することが必要である。

中間施設の建設計画を Fig.5-5-8 に示す。

建設スケジュールは基本的に、施設の建設効果（輸送モーメント：ton-km にて
代表させる）を基に策定した。

Collection Waste Amount

Site for Facility		Collection Waste Amount [t/d]			
		I/C	B	T/S	Total
I/C + T/S	No.1	1,800	853	362	1,215
	No.2	2,040	966	411	1,377
	No.3	1,789	847	359	1,206
	No.4	2,009	951	403	1,354
T/S	No.5	-	1,209	3,068	4,277
	No.6	-	643	1,500	2,143
	No.7	-	1,861	3,909	5,770

Note; C : Combustibles for incineration
 B : Briquet ash
 N.C: Non-combustibles and non-processed combustibles
 I/C: Incinerator
 T/S: Transfer station

Legend

◆ : Candidate sites for incineration plant and transfer station (14)

○ : Center of district (41)

▨ : Service area where I/C and T/S are provided

▨ : Service area where T/S is provided

▨ : Boundary of Service Area

Note: No.1 site located in Gangnam Gu serves for Gangdong Gu.

Landfill site Incheon

Interchange for Incheon

Fig. 5-5-8 Proposed Facility Allocation and Expected Transportation Routes

5-5-4 実施計画

(1) 総 則

前章までに数種のマスタープランの技術的代替案及び最適代替案について、検討がなされた。

車両による収集・輸送改善及び中間施設の建設は現在のソウル市の廃棄物処理処分方法を改善する上で、大きなターニングポイントとなることが予想される。特に施設の配置及び建設計画は、マスタープラン実施に当って最も重要な項目である。

最終処分は当初、1994年までは、蘭芝島マウンディングによる埋立を行う。1995年以降は仁川海面埋立に移行する。

マスタープランの実施計画をTable 5-5-6に示す。

マスタープランは2005年までを3つの期間に分けて行われる。

第1期は1994年までに行われ“移行期間(Transition Phase)”と称す。

この期間において現在のシステムは、マスタープランで策定されたシステムへ移行し、最適案実施のための第一歩となる。

“移行期間”は更にステージⅠ(1986～1988)とステージⅡ(1989～1994)に分けられるが、ステージⅠは、緊急改善計画の目標年次である1988年までをさす。

第2期は“開発期間(Development Phase)”と称し、中間施設の増設及び最終処分場の仁川への移行が含まれる(1995～2000)。

第3期は“発展期間(Advancement Phase)”と言い、この期間をもってマスタープランは完了する(2001～2005)。

(2) 建設及び機材購入計画

施設建設計画及び機材購入スケジュールをTable 5-5-7に示す。

ごみ発生量及び施設容量の関係をFig.5-5-9に示す。

(3) 収集・輸送

マスタープランの収集、輸送改善に関し、以下の方策を行う。

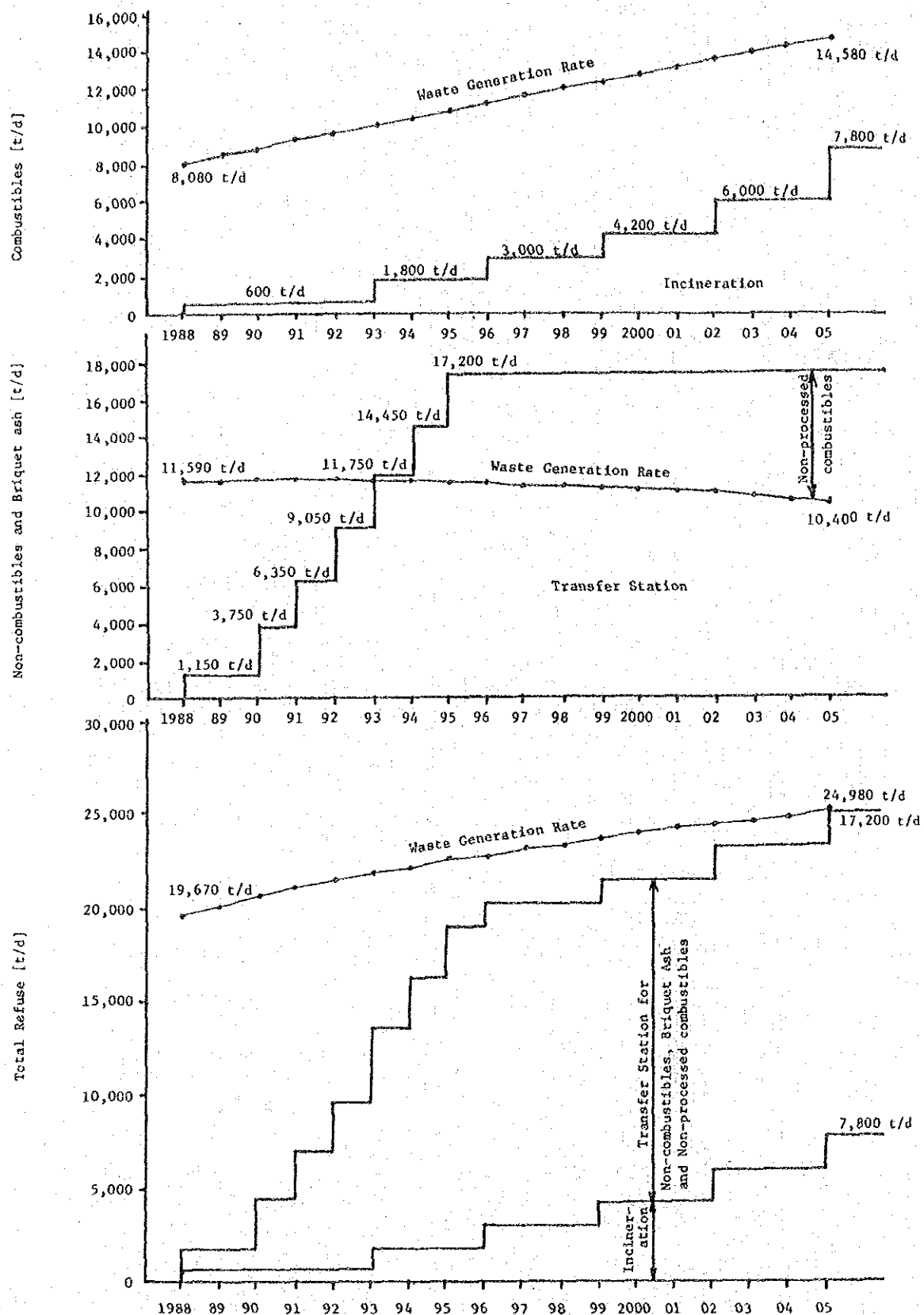
Table 5-5-6 Implementation Schedule for Proposed Master Plan

P r o g r a m s	Transition Phase					Development Phase					Advancement Phase									
	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05
	Stage I					Stage II														
COLLECTION/TRANSPORTATION																				
Source Separation	Demonstration					Operation/Expansion														
Transfer Station	Design/Construction					Operation/Expansion														
Improvement of Collection and Transportation	Purchase/Exchange					Operation														
INTERMEDIATE PROCESSING																				
Incineration Facility	Design/Construction					Demonstration/Data Accumulation					Operation/Expansion									
Material Recovery Facility						Design/Construction					Operation/Expansion									
FINAL DISPOSAL																				
Mounded Nanjido	Operation																			
Incheon Landfill						Preparation					Operation									
Subsidiary Landfill						Planning/Acquisition					Operation									
ORGANIZATION																				
Institutional Reform and Personnel Reinforcement	Establishment					Operation/Expansion														
EXISTING PLANS																				
Nanjido Plant						Operation														
Mok Dong Plant						Operation														

Table 5-5-7 Facility Construction and Equipment Purchase Schedule

	Transition Phase					Development Phase					Advancement Phase									
	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Incineration	Cum-Sum			600	600	600	600	1,800	1,800	1,800	3,000	3,000	3,000	4,200	4,200	4,200	6,000	6,000	6,000	7,800
	Construction		600					1,200			1,200			1,200			1,800			1,800
Material Recovery	Cum-Sum										30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
	Construction										30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Transfer Station	Cum-Sum			1,150	1,150	3,750	6,350	9,050	11,750	14,450	17,200	17,200	17,200	17,200	17,200	17,200	17,200	17,200	17,200	17,200
	Construction		1,150			2,600	2,600	2,700	2,700	2,700	2,750									
2 ton Compactor	Cum-Sum		37	37	188	339	500	717	878	1,039	1,094	1,094	1,094	1,149	1,149	1,149	1,231	1,231	1,231	1,313
	New Renew		37		151	151	161	217	161	161	55	55		55			82			82
4 ton Compactor	Cum-Sum		46	46	55	64	73	126	136	145	188	188	188	232	232	232	298	298	298	363
	New Renew		46		9	9	9	53	10	9	43	9	9	44			66			65
2 ton Dump Truck	Cum-Sum		33	33	123	212	303	393	485	575	575	575	575	575	575	575	575	575	575	575
	New Renew		33		90	89	91	90	92	90		90	89	91	90	125	90	89	91	90
Collection * and Transportation	Cum-Sum		45	45	78	109	143	175	200	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232
	New Renew		45		33	31	34	32	25	32		33	31	34	32	70	32	33	31	34
Transportation Truck	Cum-Sum		55	55	133	212	294	384	463	557	765	765	765	773	773	773	785	785	785	797
	New Renew		55		78	79	82	90	79	294	8	8		8			72			72
Wheel Loader	Cum-Sum		2	2	8	13	18	24	29	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
	New Renew		2		6	5	5	6	5	5		6	5	5	6	7	5	6	5	5

* Vehicles to be purchased are the sum of New and Renew



Remarks; . Waste for Mok-dong and Nanjido plants is excluded in generation rate.
 . Non-processed combustibles is considered for the capacity of transfer station.

Fig. 5-5-9 Waste Generation Rate and Facility Capacity

1. 第1段階として、焼却及び中継を行うモデル地区において分別収集を実施する。
2. “開発期間”において、分別収集を促進する。
また、仁川埋立地への輸送を開始する。
3. 分別収集に移行するに際して、必要車両の購入もしくは買い換えを行う。

(4) 中間処理

焼却場の導入及び増設は以下のスケジュールにて行う。

1. ステージⅠでは、まず1基設計施工を行う。
2. ステージⅡでは、ステージⅠで得られた結果や廃棄物のデータを基に“開発期間”における焼却場増設計画の設計を行う。
3. “移行期間”では、配置計画に従い、施設用地の取得を行う。
焼却場は、埋立地から遠い方からひとつずつ建設して行く。
最初の施設建設は江東区にて行われる。
4. 資源回収は“開発期間”において新しい車両収集・輸送システム確立後、実施する。

(5) 最終処分

マスタープランにおける埋立計画は以下の通り行う。

1. “移行期間”において蘭芝島マウンディングを行う。
2. “開発期間”では、O.O.Eの報告書を基に仁川海面埋立を行う。
3. “移行期間”では、ソウル市内の小規模埋立地の獲得についても努力する。

(6) 組織

“移行期間”において廃棄物の処理処分システムを改善するため制度の変革や人材の補強等が必要となる。

“開発期間”では、施設の拡張に伴い人材の増員や能力の開発を行う。

(7) 投資計画

マスタープランを健全に実施するためには、適切な投資計画が行われなければならない。

必要な投資を獲得するための適切な投資計画を Table 5-5-8 に示す。

Table 5-5-8 Investment Schedule for Proposed Master Plan

(Unit: million Won)

Year	Facility				Vehicle			Landfill			Total	
	Inci- nerator	Transfer Station	Material Recovery	Land Acquisition	Subtotal	Collec- tion	Transfer/ Transport	Subtotal	Nanjido	Incheon		Subtotal
1986				1,845	1,845				3,350		3,350	5,195
1987	7,694	483			8,177				1,267		1,267	9,444
1988	15,356	371			15,727	2,893	2,495	5,388	1,267		1,267	22,382
1989		1,555		449	2,004				1,266		1,266	3,270
1990	4,796	1,845		3,780	10,421	4,694	3,535	8,229	850		850	19,500
1991	19,184	1,849		780	21,813	4,646	3,581	8,227	850		850	30,890
1992	23,980	1,849		780	26,609	4,909	3,719	8,628	400		400	35,637
1993	4,796	1,897		3,780	10,473	6,867	4,071	10,938	400	4,499	4,899	26,310
1994	19,184	1,972		780	21,936	7,679	6,091	13,770	400	15,935	16,335	52,041
1995	23,980	242	660		24,882	4,862	13,330	18,192		39,855	39,855	82,929
1996	4,796	290	660		5,746	6,658	3,895	10,553		900	900	17,199
1997	19,184	242	660		20,086	4,646	3,581	8,227		899	899	29,212
1998	23,980	242	660		24,882	4,909	3,719	8,628		2,335	2,335	35,845
1999	7,194	290	660	4,500	12,644	8,854	4,438	13,292		899	899	26,835
2000	28,776	338	660		29,774	7,679	6,091	13,770		899	899	44,443
2001	35,970	242	660		36,872	4,862	13,330	18,192		10,174	10,174	65,238
2002	7,194	290	660	4,500	12,644	9,629	4,438	14,067		899	899	27,610
2003	28,776	242	660		29,678	4,646	3,581	8,227		899	899	38,804
2004	35,970	242	660		36,872	4,909	3,719	8,628		1,126	1,126	46,626
2005		290	-		290	11,802	4,982	16,784		899	899	17,973
Total	310,810	14,771	6,600	21,194	353,375	105,144	88,596	193,740	10,050	80,218	90,268	637,383

5-5-5 経済的考慮

マスター・プランに対する全投資額の有効性について、5-4で主に焼却率を決める目的で、ソウル市の固形廃棄物整備への資本の潜在的入手可能性の検討を通してみてきた。ここでは、マスター・プランの実施計画に従って計算された各年の必要資金を、期待される資本の入手可能性を考えながら検討する。

マスター・プランの必要投資額の主要項目は、焼却プラント、中継基地、車両購入および蘭芝島と仁川の埋立地建設からなる。マスター・プランの全期間中の総投資額は6,380億ウォンで、年平均では319億ウォンとなる。各年の必要投資額は、1986年の52億ウォンから1995年の829億ウォンまで大きな巾があり、必要資金が高くなる年は、焼却プラントおよび埋立地の建設が行なわれる年に一致している。

マスター・プランの全期間からみれば、必要な資本は、5-4で検討したように、総投資の0.2%をこの分野に投資した場合よりいくらか高い水準の投資額となる。しかしFig. 5-5-10に示すように、各年の必要投資額を総投資の0.2%の投資水準と比較すると、マスター・プランの計画期間中の7年で資金不足がおこるものと予想される。他方、必要投資額の累計は、1986年から1993年にかけて予想される資金量でまかなわれるものの、仁川の埋立地への投資が本格的に始まる1994年以降資金不足が発生するものと思われる。

1994年以降の必要投資額のうち、約800億ウォンは仁川の埋立地のためのものである。埋立地への投資額は、1994年および1995年には、それぞれ必要な投資額総計の3分の1および48%を占めている。仁川の埋立地への投資は、マスター・プランの有無に関係なく不可欠のものであり、従ってそれは、現在のごみ処理の延長線にあるに過ぎない。こうした意味で、埋立地に対する投資は、ごみ処理の流れからみて、基本的には、現在のシステムの改良をねらったものではなく、衛生埋立てに向けられる資金をのぞけば、ソウル市で行われている日常的もしくは運操作業の一環に過ぎない。このような文脈からして、埋立地に対する投資をのぞくと、必要投資額はFig. 5-5-11に示す通り1986年から2005年までの全期間で資本の潜在的入手可能性より低くなる。

一方、ソウル市は現在蘭芝島が飽和状態に直面しており、何らかの対策を講ずる必要にせまられている。こうした状況では、ごみ処理に対する投資を通常の年より高める必要がある。こうした点を考慮すれば、マスター・プランで提案する年間の必要資金はソウル経済からみて実行可能なものと思われる。

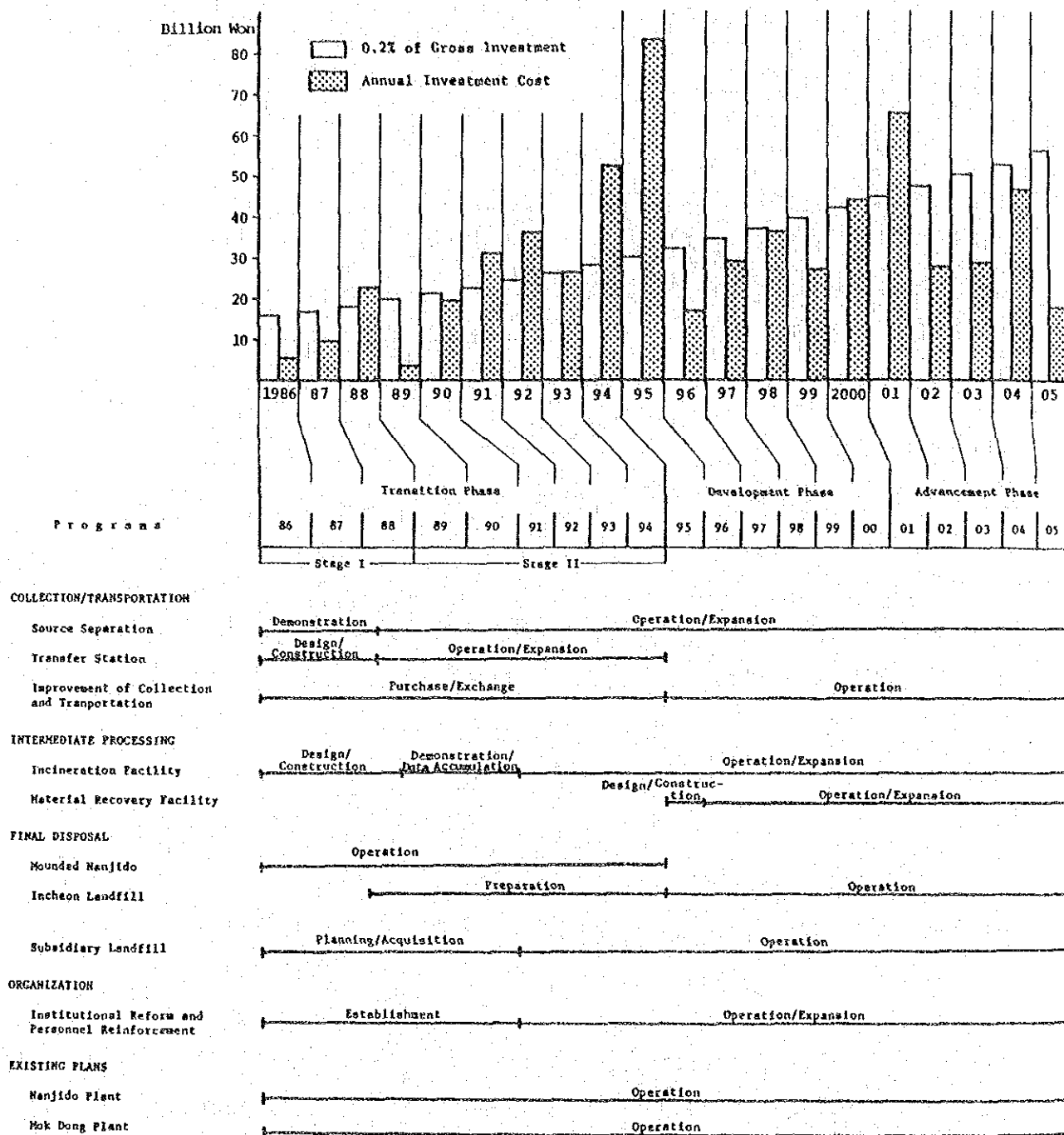


Fig. 5-5-10 Comparison of Annual Investment Cost with Gross Investment

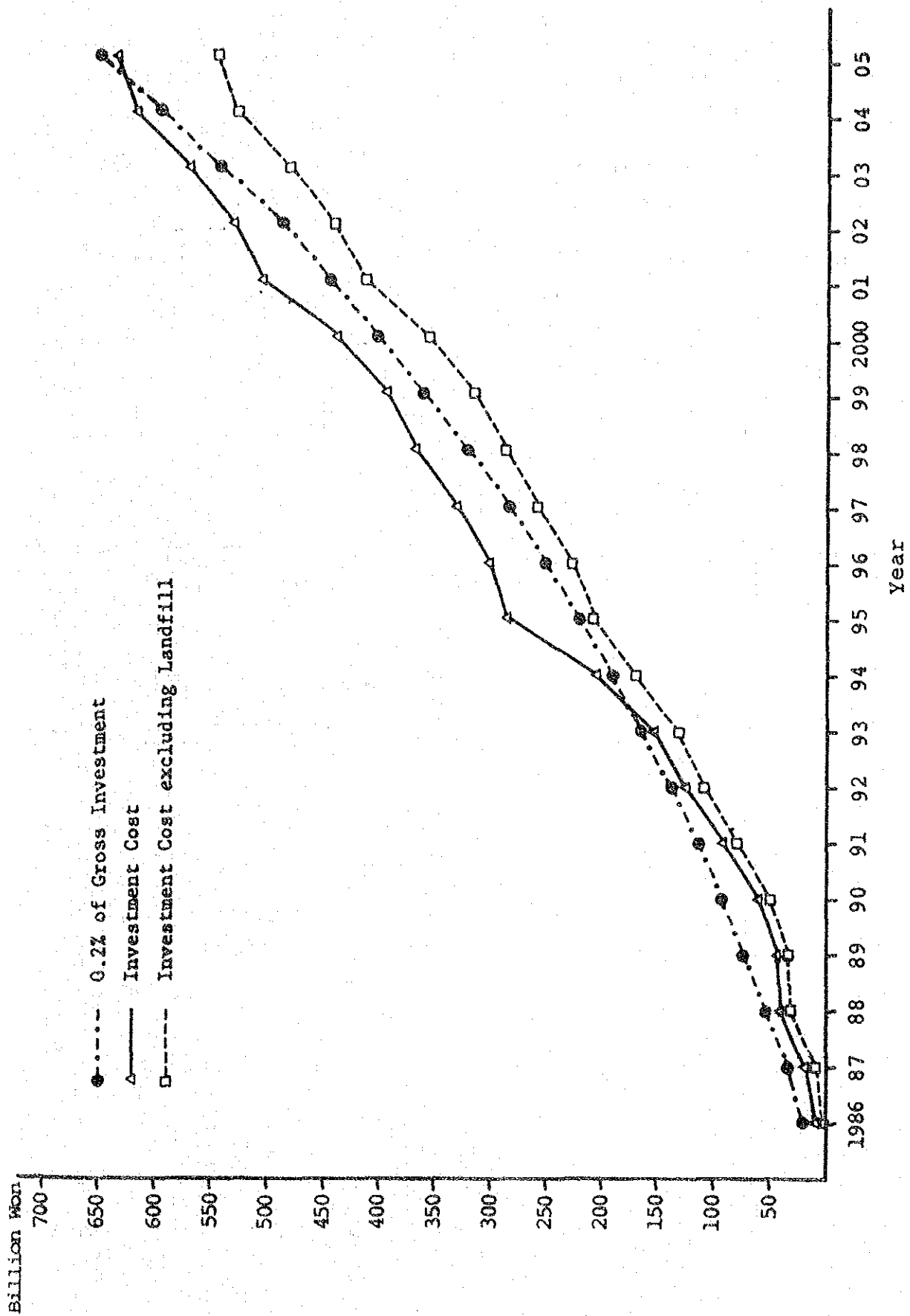


Fig. 5-5-11 Comparison of Cumulative Investment Cost with Gross Investment

5-5-6 財政的措置

(1) ソウル市の予算

ソウル市の総予算は、Table 5-5-9 に示すように 1974 年の 1,020 億ウォンから 1985 年の 2兆700 億ウォンへと年平均 31.5 % で増加した。総予算のうち、一般会計は、1970 年代後半に総予算の 6.0 % を占めていたが、1980 年には 5.0 % また 1982 年から 1985 年にかけては 4.0 % 台に下った。これは、公園、オリンピックおよび都市再開発といった新しい特別会計が生じてきたためである。

Table 5-5-9

Budgets of Seoul City

(Unit: billion Won)

Year	All Budgets	General Account	Solid Waste Budget
1974	102	65	3
1975	168	102	4
1976	220	139	5
1977	331	226	7
1978	463	316	11
1979	651	403	16
1980	805	470	22
1981	1,003	536	26
1982	1,444	664	30
1983	1,795	840	31
1984	2,174	979	34
1985	2,070	904	35
Annual Growth rate			
1974-85	31.5 %	27.0 %	25.0 %
1980-85	20.8 %	11.3 %	9.7 %

Source : Seoul Statistical Yearbook, Seoul Metropolitan Government
Journal of Environmental Pollution Control, Vol. 14 No. 2
Data from Seoul Metropolitan Government

一般会計歳出の決算額は、1970年から1980年まで年平均29.6%で増加している。一般行政経費は、1970年の12.9%であったが、1982年には21.6%に上昇した。社会福祉費は、1976年から1977年に急落した以外は1970年から1982年まで17ないし20%であった。公共事業費は、1970年代の初期総支出のおよそ半分を占めていたが、1982年には28.6%まで急落した。

また一般会計歳入の決算額は、1970年から1980年まで年平均31.5%で伸びている。総歳入の約70%が市税からのもので、残り30%のうち、10から20%は財産税、使用料および手数料からのものである。補助金は1978年以降4~5%であり、中央政府からの国庫支出金は、ソウル市の場合それほど重要でない。

(2) 固形廃棄物整備予算

固形廃棄物整備予算は、1974年の30億ウォンから、1985年には350億ウォンへと、年平均25%で増加した。しかし80年代の予算の伸び率は、およそ10%と低いものであった。ごみ処理予算の一般会計に占める割合は、1977年の3%から1981年の5%へと増加したが、最近再び3%に落ちている。

1984年の固形廃棄物整備予算をみると、人件費が全予算のおよそ4分の3を占めている。また車両保守費が9%、新しいごみ処理プラント建設のための資本費用が、全予算の7.4%となっている。このことから、今しばらくは賃金上昇が予算規模の決定に重大な影響を持つものと考えられる。

ごみ処理の費用は、一部収集料金でまかなわれている。現在ソウル市当局は、財政的観点から、ごみ処理の自立度を高める意図を持っている。ソウル市の清掃事業の自立度は、Table 5-5-10に示すように1980年から1983年にかけて20%を割っており、他の都市の自立度を大きく下まわっている。一般に、都市が大きくなればなるほど、自立度が低下するという傾向を示しており、これに対しソウル市当局は、1984年までに自立度を30%に高めたいとしている。

Table 5-5-10
Self-Sustaining Degree of Waste Management in Big Cities

(Unit: million Won. %)

Year Name of City	1980			1981			1982		
	Revenues	Expenditures	Self-Sustaining	Revenues	Expenditures	Self-Sustaining	Revenues	Expenditures	Self-Sustaining
Seoul	3,606	25,528	14.1	4,118	30,311	13.6	5,712	29,324	19.5
Pusan	1,305	5,470	23.8	3,195	6,262	51.0	3,348	7,989	41.9
Daegu	1,357	2,455	55.3	1,682	3,518	47.8	1,894	3,717	50.9
Incheon	910	1,399	65.0	1,086	1,844	58.8	1,188	2,087	56.9
Daejeon	678	765	88.6	774	863	89.7	864	942	91.7

Source : Data from the Seoul Metropolitan Government

(3) 将来の固形廃棄物整備予算

ソウル市の固形廃棄物整備予算は、70年代の半ばにソウルGRPの約0.15%であったが、80年代に入り0.2%台まで増加したものの、提案されたマスター・プランの実施は、さらに、予算に負担をかけることが考えられたので、予算に対する負担を検討するために、マスター・プランの全期間にわたって必要な予算額を推定した。このため、マスター・プラン実施に伴う運営維持費を、既存システムの分も含めて計算することとした。その結果をTable 5-5-11に示す。

ソウルGRPに対するごみ予算の比率は、Table 5-5-12に示すように、0.25から0.16%まで変化している。予算への負担増は、蘭芝島および仁川の埋立地への投資が始まるマスター・プラン開始時期および90年代に特に大きい。これらの年の予算額は、GRPに対する現在の予算規模に比較して、実質20から30%増加しなければならない。

(4) マスター・プランの財務上の妥当性

マスター・プランの財務上の妥当性を評価するために、固形廃棄物整備に対して提案されたシステムの必要資金を、ごみ収集料金および政府の補助金からの収入の推定値と比較した。ソウル市のごみ収集料金は、Table 5-5-13に示すように、基本的には床面積と建物の形態別に課せられる。収集料金からの収入を、各建物の形態別に平均的料金を仮定して予測した。独立家屋の場合、クラス5の収集料金を平均的料金として採用した。クラス4とクラス5の中間の収集料金をアパートおよ

Table 5-5-11 . Operation Maintenance Cost for Proposed Master Plan
(including Depreciation)

(Unit: million Won)

Year	Facility			Vehicle				Landfill			Total	
	Incineration	Transfer Station	Material Recovery	Subtotal	Collection	Transfer/Transport	Existing System	Subtotal	Nanjido	Incheon		Subtotal
1986	-	-	-	-	-	-	55,238	55,238	2,315	-	2,315	57,553
1987	-	-	-	-	-	-	54,615	54,615	1,379	-	1,379	55,994
1988	629	120	-	749	1,516	735	53,177	55,428	1,516	-	1,516	57,693
1989	2,077	240	--	2,317	3,032	1,469	51,550	56,051	1,651	-	1,651	60,019
1990	2,077	916	-	2,993	8,607	2,955	44,886	56,448	1,741	-	1,741	61,182
1991	2,077	1,549	-	3,626	14,210	4,440	38,912	57,562	1,831	-	1,831	63,019
1992	2,077	2,206	-	4,283	20,076	5,984	31,901	57,961	1,849	-	1,849	64,093
1993	6,231	2,863	-	9,094	27,967	7,699	22,140	57,806	1,855	-	1,855	68,755
1994	6,231	3,520	-	9,751	33,833	9,242	15,592	58,667	1,860	-	1,860	70,278
1995	6,231	4,189	-	10,420	39,699	25,547	12,457	77,703	1,348	9,797	11,145	99,268
1996	10,386	4,189	78	14,653	41,724	25,821	9,343	76,888	1,347	9,509	10,856	102,397
1997	10,386	4,189	156	14,731	41,724	25,821	10,369	77,914	1,347	9,662	11,009	103,654
1998	10,386	4,189	234	14,809	41,724	25,821	11,468	79,013	1,348	9,848	11,196	105,018
1999	14,540	4,189	312	19,041	43,748	26,095	8,170	78,013	1,347	9,509	10,856	107,910
2000	14,540	4,189	390	19,119	43,748	26,095	9,306	79,149	1,328	9,713	11,041	109,309
2001	14,540	4,189	468	19,197	43,748	26,095	10,369	80,212	1,311	9,916	11,227	110,636
2002	20,771	4,289	546	25,506	46,784	26,506	4,543	77,833	1,291	9,254	10,545	113,884
2003	20,771	4,189	624	25,584	46,784	26,506	5,276	78,566	1,272	9,390	10,662	114,812
2004	20,771	4,289	702	25,662	46,784	26,506	6,082	79,372	1,254	9,611	10,865	115,899
2005	27,002	4,188	780	31,971	29,820	26,918	0	76,738	860	8,881	9,741	118,450
Total	191,723	57,493	4,290	253,506	595,528	320,255	455,394	1,371,177	30,050	105,090	135,140	1,759,823

Table 5-5-12 Projected Budgets for Master Plan Period

(Unit: billion Won in 1984 values)

Year	Budgets for Solid Waste Management			
	For Master Plan	For Existing System	Total	Ratio to GRP (%)
1986	2.4	55.2	57.6	0.25
87	1.4	54.6	56.0	0.23
88	4.5	53.2	57.7	0.22
89	8.4	51.6	60.0	0.22
90	16.3	44.9	61.2	0.21
91	24.1	38.9	63.0	0.20
92	32.2	31.9	64.1	0.19
93	46.7	22.1	68.8	0.19
94	54.7	15.6	70.3	0.18
95	86.8	12.5	99.3	0.24
96	93.1	9.3	102.4	0.24
97	93.3	10.4	103.7	0.23
98	93.5	11.5	105.0	0.21
99	99.7	8.2	107.9	0.21
2000	100.0	9.3	109.3	0.20
01	100.2	10.4	110.6	0.19
02	109.4	4.5	113.9	0.18
03	109.5	5.3	114.8	0.17
04	109.8	6.1	115.9	0.17
05	118.5	0.0	118.5	0.16

Table 5-5-13 Regulation of Collection Fee

	Class	Floor Space (m ²)	Monthly fee (W)	Remarks
Independent Houses	Exceed	Over 165 per 33	Addition of 250	450 per resident per month should be added, except class-6 of independent houses.
	1	165	810	
	2	132	670	
	3	99	560	
	4	66	450	
	5	49.5	220	
	6	33	130	
Apartment Houses	Exceed	Over 165 per 33	Addition of 500	
	1	165	2,300	
	2	132	1,800	
	3	99	1,300	
	4	66	1,000	
	5	49.5	700	
	6	33	400	
Commercial	1	165	4,000	
	2	99	3,500	
	3	66	3,000	
	4	49.5	2,000	
	5	33	1,400	
	6	16.5	800	
Large Amount	Base	1,000 kg	4,000	
	Exceed	per 1,000 kg	4,000	

び事業系の平均収集料金として採用した。

さらに、ソウル市から提供された1984年のごみ処理関係の統計をもとに、公共収集に対する収集料金からの収入を計算した。推計された収入は予算のおよそ30%になり、これはソウル市が1984年に収集料金からの収入として期待していた額とほぼ一致する。将来の家屋数および事業所数を人口の増加から推定した。家屋の推定数のうち、20%を独立家屋、80%をアパートに振り分けた。大量ごみ量は、煉炭灰を除く一人当たり発生量の増加に比例して増加させた。

Table 5-5-14に、将来の収入を予測するための社会構造の情報を示した。各範ちゅうに対する平均料金から将来の収集料金からの収入を計算し、その結果をTable 5-5-15に示した。

新システムの下でのごみ処理の単価を、新システムの導入によって発生する減価償却費を含む運営維持費に基づいて計算した。こうして計算した単価を、将来の固形廃棄物整備の自立度を検討するために、期待された収集料金と比較した。Table 5-5-16に示す通り、自立度は、1988年の38.3%から、2005年には、ソウル市が1984年に期待する30%の自立度をやや下まわる28.0%に下がる見込みである。

自立度は、仁川の埋立が始まる1996年に27.0%に急落する。しかし収集料金を10%値上げすれば、30%の自立度は達成できる。この程度の値上げは、将来の家族収入の増加を考えれば、非現実的とは思われない。逆に、料金を支払う者の支払い能力は、提案されたシステムの下での固形廃棄物整備の自立度を30%以上にするのに十分なほど高いものと思われる。

Table 5-5-14 Social Structure Informatin of Seoul City

	1984	1988	1991	1996	2001	2005
Population (x 1,000)	9,204	10,300	10,900	11,600	12,200	12,500
No. of Independent Houses (x 1,000)	1,399	1,454	1,482	1,538	1,588	1,622
No. of Housing Complexes (x 1,000)	372	590	702	925	1,123	1,258
No. of Commercial Establishments	167,410	187,300	198,300	211,000	221,900	227,400
Generation Rate from Large Amount Sources (t/yr)	1,190	1,321	1,385	1,579	1,741	1,867

Table 5-5-15 Estimated Collection Fee of Seoul City

Category	Unit Fee (₩/yr)	1988	1991	1996	2001	2005
Independent House	5,500	7,997	8,151	8,459	8,734	8,921
Apartment	11,100	6,547	7,792	10,268	12,465	13,964
Commercial Est.	20,400	3,821	4,049	4,304	4,527	4,639
Large Amount Source	4,00	5,284	5,540	6,316	6,964	7,468
Total	-	23,651	25,532	29,347	32,690	34,992
Unit Collection Fee (₩/t)	-	3,070	3,130	3,330	3,500	3,640

Table 5-5-16 Estimated Self-Sustaining Degree

	1988	1991	1996	2001	2005
Unit Cost (₩/t)	8,013	8,227	12,322	12,530	13,002
Collection Fee (₩/t)	3,070	3,130	3,330	3,500	3,640
Self-Sustaining Degree (%)	38.3	37.5	27.0	27.9	28.0

5-6 環 境

5-6-1 中間処理

廃棄物処理事業を適切に実施するためには、環境保全に注意しなければならない。特に、ごみの中間処理施設から排出する汚染物質は、既存の環境基準に準拠すべきである。

中間処理施設からの排出ガスは、汚染濃度が排出基準を越えないように管理すべきである。きれいな空気を保全するために、ガスの拡散についても配慮すべきである。

既存の基準が焼却工場に適用できない場合には、適切な基準を設定すべきである。焼却施設は市の厳格な管理のもとに計画され、かつ数も限られているので、民間の工場に対する基準とは異なる値とすべきである。例えば HCl については、既存の基準（25ppm）に加えて焼却施設には新しい基準を設定すべきである（日本では430ppmとされている）。

工場の詳細設計に際しては OOE の指針に従って環境影響評価を行うべきである。

5-6-2 最終処分

(1) 水質汚濁

埋立地からの浸出水は、河川又は開水路に放流する前に適切に処理すべきである。排水の水質は排水基準を遵守しなければならない。

埋立地からの浸出水の流出、及び周辺から埋立地への地下水の流入等を防ぐため、必要に応じて遮断構造物を設けるべきである。埋立地の土の透水係数が $10^{-4} \sim 10^{-5} \text{ cm/s}$ 以上、又は岩床のルジオン値が 5～10 以上の場合には底部にライニングが必要である。

(2) ガス

埋立地は、そこから発生するガスが生活環境の保全に悪影響をおよぼさぬよう建設するものとする。最終処分場には発生ガスによる火事、及び周辺の植込み等への被害を防ぐためガス抜き施設を設けるべきである。

悪臭が埋立地の外部に影響をおよぼさぬよう対策を講じなければならない。

悪臭の発生を防止する対策として、毎日覆土をすべきである。

(3) その他

ネズミやハエ等の発生を防止するためにも覆土の利用が必要とされる。それはごみの飛散防止にも役立つものである。