

### S(8) 運河沿いごみ収集の能率化

運河岸ごみ集積所からのごみ収集は指定日指定時間制としてこれに基づいて作業計画をたてる。

ごみ収集・積替の労力を軽減し、作業効率を向上するため、機械式収集船の導入をはかる。

しかし、機械式収集船はどうしても大型化し、これを使用できる運河も清掃対象領域の50%未満であり、残る領域は小型ボートによる収集に頼らねばならない。

### 3.3.2 輸送システム

収集車に積込まれたごみはコンポストプラントまたは最終処分場に直送される。コンポストプラントは最終処分場の敷地内に建設されているので、コンポスト工場から排出されるコンポストガラや焼却残渣は二次輸送の必要なく同じ敷地内で処分できる。

収集車はBOF (Bureau of Finance) が購入しBOSに引渡し、BOSから各区に配車される。収集車をはじめBMA (Bangkok Metropolitan Administration) の全車両はBOF Mechanical Div. の修理工場で修理される。1981年1月現在、収集車総数504台で、うち427台が24区に配車され、21台がBOSに、そして56台が予備車としてBOF Mech. Div. に保有されている。(1982年1月現在24区の保有台数は454台でありBOSの保有は19台となっている。その内訳はAppendix 3.1-8に示すとおりである。)

20年以上も前に購入されたトラックが1981年現在まだ稼働中で13年以上稼働しているトラックが全収集車の14%を占める。廃車基準又は代替基準は設定されていない。BOFが保有する56台の予備車の稼働率は月平均約65%で特にYannawa, Dusit, Phra Khanong, Bang Khen 四区の予備車使用率が高く、予備車の半数はこれら四区の修理代替用に貸出されている。

BOF Mech. Div. が修理を行ったBMA所属車両は1980年度にて延べ10,506台に達し、うち収集車はその47%に相当する4,621台となっている。収集車一台当りの年間修理費は約45,000バーツと高額であり、しかもこれには各区が外注修理を行った費用を含んでいない。(収集車の修理を急ぐため、各区が独断で外注修理を行う事が多いと言われているがその実態は明らかではない。)車令と故障発生件数との間に相関々係は見られないが、コンパクトの方がノンコンパクトより故障発生ひん度が高い事が調査の結果確認されている。収集車一台当りの年間修理日数は60日に達するが修理用補給部品の在庫が不十分のため部品準備待ちで空費する時間がかかりの日数を占めると推定される。

BOFの修理工場は30,000㎡の面積を有し、こゝで年間10,000件の修理を行っているが熟練工が待遇の良い民間に移ってゆくために不足しておりこれも修理作業遅滞の一因になっていると考えられる。収集車の稼働率(非故障車の割合)は82%と低く、保有車が十分に活用されていない状況を物語っている。ごみ収集輸送に要する費用はBOSの場合185 Baht/㎡、24区の平均は39 Baht/㎡で、全体の平均は44 Baht/㎡(152 Baht/t)である。

### I(8) 予備車の所有権の変更

現在、56台の予備車がBOFに保有されており、その貸出率は65%である。即ち平均20台近くの収集車が稼働せず待機していることになる。一方、区によ

っては収集車不足のため十分な収集活動ができないところもある。もちろん予備車の貸出しには波があり、常に20台が待機しているわけではないが、収集車が不足して予備車が余っているという現状は改善する必要がある。予備車の所有権がBOFにあるために、各区の事情に合わせて有効に予備車を活用する事ができない。そこで予備車の所管をBOFからBOSに移管して有機的な活用をはかる事が望ましい。

#### I(9) 運転手による日常点検の実施 (Appendix 3.3, 3.4 参照)

収集車の運転手自身による日常点検(始業点検と終業点検)の実施を義務づける。これにより車両を良好な状態に維持し、故障率を低減し、また車両故障に因る事故の防止が期待できる。

#### S(9) 各区のごみ排出量および収集計画量に合せた収集車数の分配。

現在、収集車の購入に際しては各区がさまざまな根拠によって必要台数をはじき出し、その要求に基づいて分配を行なっている。その結果、ごみ排出・収集量と収集車台数は必ずしも比例せず、収集車にかなり余裕のある区もあれば不足に悩まされている区もある。

収集車の分配は、区別のごみ排出量予測と計画収集量によって定めるのが基本であり、それに各区の事情、例えば輸送距離、収集領域、作業性などを加味して分配台数を定めるのが良い。

第2章にごみ排出量予測及び計画収集率を推定したのでこれに基づき1983~86年の配車計画を試案した。その結果をTable 3.1に示す。なお、この表には各区の事情は加味されていない。また、予備車の準備計画をTable 3.2に示す。

一方、廃車については特に基準が無いのでTable 3.2および3.2では一応13年を経過した車両を廃車対象として除外する事を最終目標(西暦2000年)とした。策定された配車計画に基き車両購入計画を立てる。購入計画を立てる際に必要なのは老朽車や老朽していかなくとも著しく維持修理費がかさみ稼働効率の悪い車両を配車計画から除外し、代替補充を行ってゆくことである。日本の場合耐用年数によって廃車基準を定めており、走行距離や燃費、修理費などから耐用限度を定める方法もある。

タイ国においてもMinistry of Communication が車両の標準サービスライフを設定しており、これによると収集車の耐用年数は13年という事になる。

しかし、車両購入費が相対的に高く、このため車両に対する価値感も先進工業国と異なるタイ国においては基本的には一ユーザーが同一車両を使えなくなるまで、あるいは採算ベースに乗らなくなるまで使用することを前提として車両政策を立てねばならない。収集車について言えば、稼働率、運行経費、予想される修理費と残存価値の関係の三つを判断の基礎として廃車とするか否かを決めるのが良い。収集車は路線トラックや建設用ダンプに較べて年間走行料が低くまた使用条件にも恵まれているので13年を超えて稼働する事は十分に可能である。新規購入する車両はコンパクトを主体とする。言うまでもなくコンパクトはノンコンパクトよりも作業性に優れ輸送効率が高いので、理論的にはコンパクトの占

Table 3.1 Required number of collection trucks and the purchase plan

Name of district	Number of trucks owned	Number of collection trucks to be newly purchased (based on the planned collection volume)					Fiscal 1987	
		Aug. '81	Figures to be added to number of collection trucks as of 1981					Distribution plan
			Fiscal 1983	1984	1985	1986		
Phra Nakhon	35						35	
Pom Prap	23						23	
Phatum Wan	27	1	2	3	4	6	33	
Sam Phan Thawong	15						15	
Bang Rak	21	1	1	2	2	3	24	
Yannawa	34	3	7	11	15	20	54	
Dusit	37	4	9	14	19	25	62	
Phayathai	33	3	7	10	14	18	51	
Huai Khwang	17	1	2	3	5	6	23	
Phra Khanong	44	5	10	15	20	26	70	
Bang Khen	27	0	1	1	2	2	29	
Bang Kapi	17	1	2	4	6	9	26	
Nong Chok	3						3	
Minburi	7						7	
Lat Krabang	4						4	
Thonburi	18	1	2	2	3	4	22	
Khlong San	14						14	
Bangkok Noi	21	3	6	9	12	15	36	
Bangkok Yai	9			1	1	1	10	
Bang Khun Tian	13			1	1	1	14	
Phasi Charoen	13						13	
Rat Burana	16						16	
Taling Chan	3		1	1	1	1	4	
Nong Khaem	3						3	
GCD, DOPC	19		1	1	1	1	20	
<b>Total</b>	<b>473</b>	<b>23</b>	<b>51</b>	<b>78</b>	<b>106</b>	<b>138</b>	<b>611</b>	
<b>No. of increase</b>		<b>23</b>	<b>28</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>32</b>		
<b>To be retired</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		
<b>To be purchased</b>		<b>27</b>	<b>32</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>36</b>	<b>158</b>	
<b>Required</b>		<b>496</b>	<b>524</b>	<b>551</b>	<b>579</b>	<b>611</b>		

める比率を高めればそれだけ収集効率も上る事になるが、実際には周辺区で一台当りの収集量の低いところでは折角高価なコンパクトを投入してもそれ程収集量向上に寄与せず、保有台数の少ない区ではむしろコンパクト特有の故障—したがって車両の遊休—のために収集率が下るといような事態も考えられる。コンパクトの故障多発は別途解決されるべき問題であるが、現実に問題がある以上それを考慮せずに車種を選定することはできない。収集量が多くかつ予備車が利用しやすい中心区には重点的にコンパクトを配置し、収集量が少なくかつ保有台数も少ない周辺区にはノンコンパクトを活用させる等、地域状況に応じた車種選定が望まれる。

Table 3.2 Number of spare trucks

Number of spare trucks presently owned : 56  
 Type of spare trucks to be newly purchased : Dump truck - 10 m<sup>3</sup>  
 Spare trucks reserve rate (Fiscal 1979 12.5%) : 12.5%  
 Rate of breakdown (Fiscal 1980) : 18%

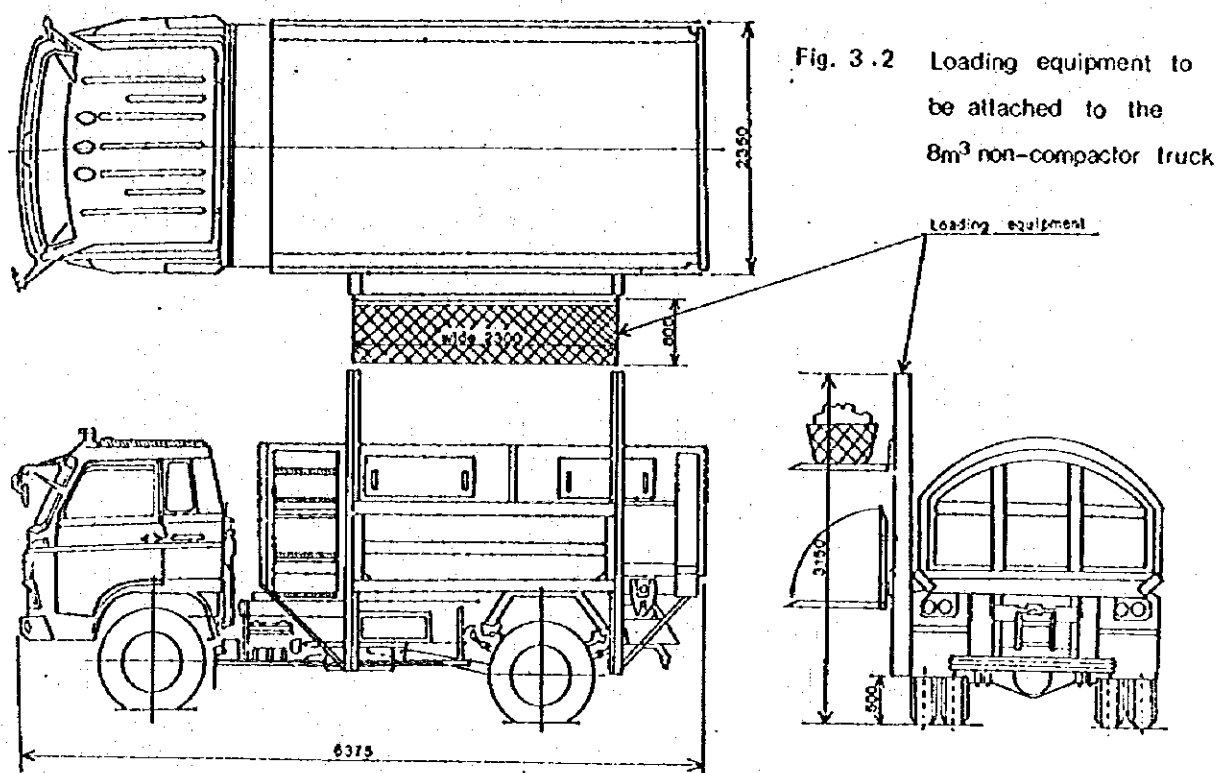
Fiscal year	Planned number of trucks under operation	Spare truck reserve rate (%)	Number of spare truck	Spare truck to be retired	Spare truck to be purchased
1983	496	18	89	3	36
1984	524	18	94	3	8
1985	551	18	99	3	8
1986	579	18	104	3	8
1987	611	18	110	3	9
Total (5 years)	—	—	—	—	69

Note: Spare truck reserve rate is planned to be reduced by 1% every year from fiscal 1988 and to reach 5% in the year 2000.

R(4) 8 m<sup>3</sup> ノンコンパクトへ積込補助装置の装着  
 収集車 1 台が 1 トリップで収集輸送するごみ量は平均して  
 7.5 m<sup>3</sup> コンパクト 2.8 トン  
 8.0 m<sup>3</sup> ノンコンパクト 2.2 トン  
 6.0 m<sup>3</sup> ノンコンパクト 1.7 トン

となっているがクルーの構成は車種に関係なく 5 名である。コンパクトのクルーの一人当り収集量は大きい積込作業がやりやすいので積込時の労働量は 6.0 m<sup>3</sup> ノンコンパクトのそれを下廻る。これに対し、8.0 m<sup>3</sup> ノンコンパクトは車高が高いうえに荷台容器が大きいので積込位置が高くなり、積込作業が他の 2 車種に較べてかなり過重となっている。これを解決するために Fig 3.2 の様な積込補助装置をつける方法がある。同装置の単価は約 90,000 パーツである。因みに 1981

年現在、8m<sup>3</sup>ノンコンパクタの保有台数は248となっている。



#### S00 収集車用補給部品の在庫管理

収集車が故障入庫しても必要部品がないために部品到達待ちの相当長い間放置されるケースが多い。これが収集車の稼働率を著しく悪くしている。収集車の場合車種および上物架装々置の種類が限定されているので部品管理は比較的容易なはずである。モデルチェンジによる部品の互換性も確認しやすく修理記録を調べればファーストムービングパーツ（需要の多い部品）とスロームービングパーツ（需要の少ない部品）の分類も難かしくない。

部品の多くを輸入に頼らざるを得ないので適正な部品準備には適切な故障予測が必要となり、これを行うには詳細かつ正確な故障統計資料の入手とその解析が必須である。近い将来、統計的故障予測に基づく部品管理に切替える事を前提に車歴簿、故障記録、整備記録等の基礎資料の充実を図り、一方では当面の必要を満足するために、特にファーストムービングパーツの不足を生じぬ程度の準備を急ぐ必要がある。S00にて述べるように、簡単な修理、整備は今後各区清掃課 Mech. Sub-section にて行わせる方針であるのでBOP修理工場の部品管理は各区清掃課の部品準備およびこれに対する長期的な部品供給計画をも含めて適切なコントロールができるものでなければならない。

### S(1) 収集車の故障による遊休の抑制

故障修理のための遊休車の占める割合が常時全収集車の18%に達し、収集車1台が故障修理のために戦列を離れる日数(入庫日数)が一年のうち平均60日におよぶと言う現状は正常とは言い難い。長距離路線トラックでは遊休車の割合は3%程度であり年間入庫日数も10日前後である。収集車の場合は使用条件が違うとはいうものの、故障遊休率及び入庫日数をそれぞれ多くとも5%、20日以内におさめる事が可能であるし、またそうしなければ確実な収集作業計画が立てられない。これを可能にするには

収集車の故障発生そのものを抑制すること

故障修理の時間を短縮すること

が必須条件である事は言うまでもない。

車両故障の原因はおよそ次の三つに分類できる。

車両自体に先天的な欠陥がある場合

早期消耗部品がその寿命限度に達した場合

車両の使用方法が適切でないために後天的な欠陥を生み出す場合

欠陥車問題に見られるように、車両が新車の時点で既に欠陥を有する場合がある。しかしこれが原因となって生ずる故障件数は他の原因による故障に較べれば微々たるものであり、当面の問題にはならない。早期消耗部品の消耗の度合のチェックやこれに応じた調整は日常点検や定期点検を通じて行われ、使用限度に達する前に交換を行うのが普通である。なお、実際の使用限度は信頼性を考慮して寿命期間より短かく設定されてある。使用限度あるいは寿命を超えて使用した結果故障を生じた場合、その影響は単にその部品の破損にとどまらず、広く他の部品に波及する。

日常点検や定期点検整備はこの様な事態の発生を未然に防ぐための手段である。車両に先天的な欠陥がなくとも酷使したり乱暴な運転をしたりすると、様々な欠陥が生じて故障や事故を引起す。長期消耗部品あるいはシャシーフレームのように車一代の間消耗しないと考えられている部品でも使い方次第でその寿命を著しく短縮してしまう。これを防止するには運転手および作業員が正しい方法で車を扱う事が肝要である。

故障修理に要する時間を長期化させる要因は無数にある。

そのうち幾つか主要なものを挙げれば

メカニクの熟練度不足のため、標準作業時間どおりの作業ができない。

作業量が修理工場の能力を超えるため、車両は順番待ちで時間を空費する。

必要部品の在庫が無い場合、部品待ちで時間を空費する。

作業量過大と熟練度不足のため十分な修理ができず、これが次の故障を招く。

BOF修理工場の場合、これらの要因がからみ合い相乗して事態を一層悪化させているように思われる。

さて、こうした現状の問題点を解決するにはどうすればよいか。

まず、収集車の故障発生そのものを抑制するためには、

- 運転手による日常点検を義務づけ、収集車の修理工場における定期点検整備をルーティン化する。(定期点検整備については Appendix 3.5 参照)

- ・車両の正しい扱い方について運転手及び作業員を基訓練し、これを遵守させる。
- ・収集車の車歴簿及び運行日誌の記録システムを充実し、収集輸送実態を把握し、これに基づいて車両管理を行うほか、収集車にとっても過酷にならないような作業管理計画を立てる。
- ・あらゆる機会をとらえて故障またはその前兆の早期発見に努め、悪化・波及しないうちに適切な措置をとる。

などの手段が有効である。故障修理時間を短縮するためには熟練工の確保・養成が必須条件のひとつであるが早急に実現できない事も考えられるのでこれはR(5)に譲る事にする。その他の方策として作業量のBOF修理工場への集中をさけるために、

- ・各区清掃課Mech. sub-section に小規模なリペアショップを設け、軽修理・軽整備をこゝで行う。
- ・日常点検およびごく簡単な整備・修理を運転手自身でできるよう技術訓練を施し、実施させる。
- ・修理および整備は各メーカーが規定している整備基準および作業マニュアルに従って行う。
- ・故障車の早期現場復帰と限られた高度技術力の活用のため、ユニット交換方式を採用する。

各区清掃課のリペアショップにて行う軽修理・軽整備は、「さほど熟練度を要さず、かつ標準工具で実施できる程度」のものにとどめる。

オーバーホールを要するもの、特殊工具や設備を要するもの、保安部品関係の修理（調整を除く）等は従来通りBOF工場にて行う。

#### R(5) 車両修理・整備の熟練工の確保とメカニックの養成

車両整備の熟練工はタイ国に限らずどこの国でも不足しており、国家機関や民間企業でも養成に努めているが一人前の熟練工を仕上げるには10年かゝるといわれるその息の長さの長さに較べ需要の膨張が極端であるために、熟練工供給不足の悩みはかえって深刻化している。その結果、既成の熟練工の奪い合いとなり、待遇条件の釣り上げ等によって引き抜く事が当然の風習となっており、この風習はタイ国に於いても例外ではない。公的機関では待遇条件の釣り上げの様な手段が取れないので既成の熟練工獲得どころか、反対に民間企業の絶好の草刈場としてねらわれる立場にある。熟練工不足の問題を解決するには地味で長期的な2つのアプローチ以外に方策はない。

第一は言うまでもなく必要な人材を自己養成する事であるが単なる自己養成だけでは将来の転職要員を養成する結果に終りかねないので、引抜きを防御する手段が必要となる。そのひとつは無償あるいはより積極的に有給の養成システムを作り、無償あるいは有給の代償として訓練終了後一定期間、公的機関での勤務を義務づけるものである。また、日本でも行っているような自動車整備士資格試験制度を導入し、受験資格や整備士資格取得に際して公的機関に於ける勤務が有利に作用するように条件を設定する。

第二には熟練工を必要とする作業を極力少なくし、数少い熟練工を最大に活用する事である。具体的には作業の細分化・ステージ化によって個々の作業を単純化すると同時に、作業の単純化と自動化に有効な整備機器を積極的に導入することである。

今後要求される熟練工は従来の手先の熟練ではなく頭脳技術者としての熟練工であり職場においても単なるメカニックとしてではなくフォアマン、あるいは作業管理を行うスーパーバイザーの役割を負う事が期待されている。

#### R(6) 収集・輸送の民間委託

ごみの収集・輸送および場合によっては中間処理・最終処分を含むごみ処理作業を契約ベースで民間業者に行わせることを検討する。特に事業系ごみ処理対策として民間利用は有効である。但し、民間委託に先立って、これを効果的に運用するための条例・規則等の整備が必要となろう。家庭ごみはともかくとして、事業系ごみや産業廃棄物の処理をBOSが一手に引受けてゆくとなればそれに応じた設備と人員が必要であり、組織が巨大化し経費が高騰する。もちろん民間がこれを行う場合でも必要な設備と人員は確保されねばならないが、公的機関に較べて自由度が大きく適正規模が取りやすいという利点があり、公的機関が行うよりも低コストでごみ処理を請負う事ができる。これは東京をはじめ幾つかの都市の先例が実証している。

ことに産業廃棄物の様にケースバイケースで、収集処理処分方法が異なる場合には民間委託の方がはるかに効果的である。特定の業者を特定のごみ処理に当らせ行政指導のもとに専門業者として育成する事ができるからである。これらの機能をすべてBOSが果たそうとすれば膨大な投資と組織の膨張が不可避となる。

たゞ、タイ国には現在、危険ごみや汚染ごみなどの特殊ごみをたゞちに責任をもって処理できる業者は居ないので、当面は一般ごみを対象としてその一部を民間委託に移行し、能力のあると思われる業者を指導育成してつゝ必要に応じて補助を与え、漸次産廃などの処理に向かわせるのが良い。また、現在の状況から見て、中間処理を民間に委託するのは無理であるので中間処理はBOSのコンポスト化一本とし、民間委託業務は収集・輸送に限定し、確度の高い最終処分案が業者から提出された場合のみこれを検討の上委託業務に含める。

民間委託に際して不可欠な条件は、効果的で実現性の高い綿密な実行計画の立案と実行に関する監督指導の実施である。

委託とは言え、実質的には清掃当局と民間業者の協同事業であり、当局の主導のもとに業者が作業を分担してゆくという形態が望ましい。

#### 3.3.3 コンポストプラント

BOSの最初のコンポストプラントはDin Daengに建設され1961年より採業をはじめたが周囲の市街地化などの事情により1976年に閉鎖された。現在、BOSは四つのコンポストプラントをOn-Nooch(2プラント)、Nong KhaemおよびRam Intraに有し、これらの一日合計処理能力は1,120トンである。



コンポストプラントには付属の焼却炉があり、そこでコンポスト不適ごみとして選別されたごみを焼却している。コンポスト施設はすべて英国製でドロップドア方式を採用している。これら4つのプラントはブランケットコントラクトのもとにジョン・トムソン社によって建設され、契約総額は289,091,878バーツに達した。コンポスト施設の概要をAppendix 3.1-10に示す。

コンポストプラントに搬入したごみは衝撃破砕 (impact pulverization) を行い、選別の後5日間屋内一次発酵にまわされる。

一次発酵を終ったコンポストは屋外に運び出され、野天にて2ヶ月間の第二次発酵を行う。第二次発酵後のコンポストはトロンメルによって精選別され販売用コンポストとして包装される。

コンポストプラントの操業及び運営はBOSの直営であるがトロンメルの運営管理はBOPのRevenue Div.が行っている。各プラントおよびプラント施設の操業時間はTable 3.3に示すように一定していない。

Table 3.3 Operating hours of compost facilities

		Compost facilities					
		On-Nooch		Nong Khaem	Ram Intra		
		No. 1	No. 2				
Operating line	Compost plant	8:00 - 12:00 13:00 - 17:00	(8 hours run)	8:00 - 12:00 13:00 - 17:00	(8 hours run)	8:00 - 12:00 13:00 - 16:30	(7 hours run)
	Incinerator	8:00 - 24:00 (continuous run)		8:30 - 23:30 (continuous run)		8:00 - 22:00 (continuous run)	
	Trommel					8:00 - 16:00 (first shift) 17:00 - 24:00 (second shift)	(15 hours run)

コンポストプラントでは2ヶ月ごとに6日間の完全操業停止のもとに定期点検および設備の修理が行われている。

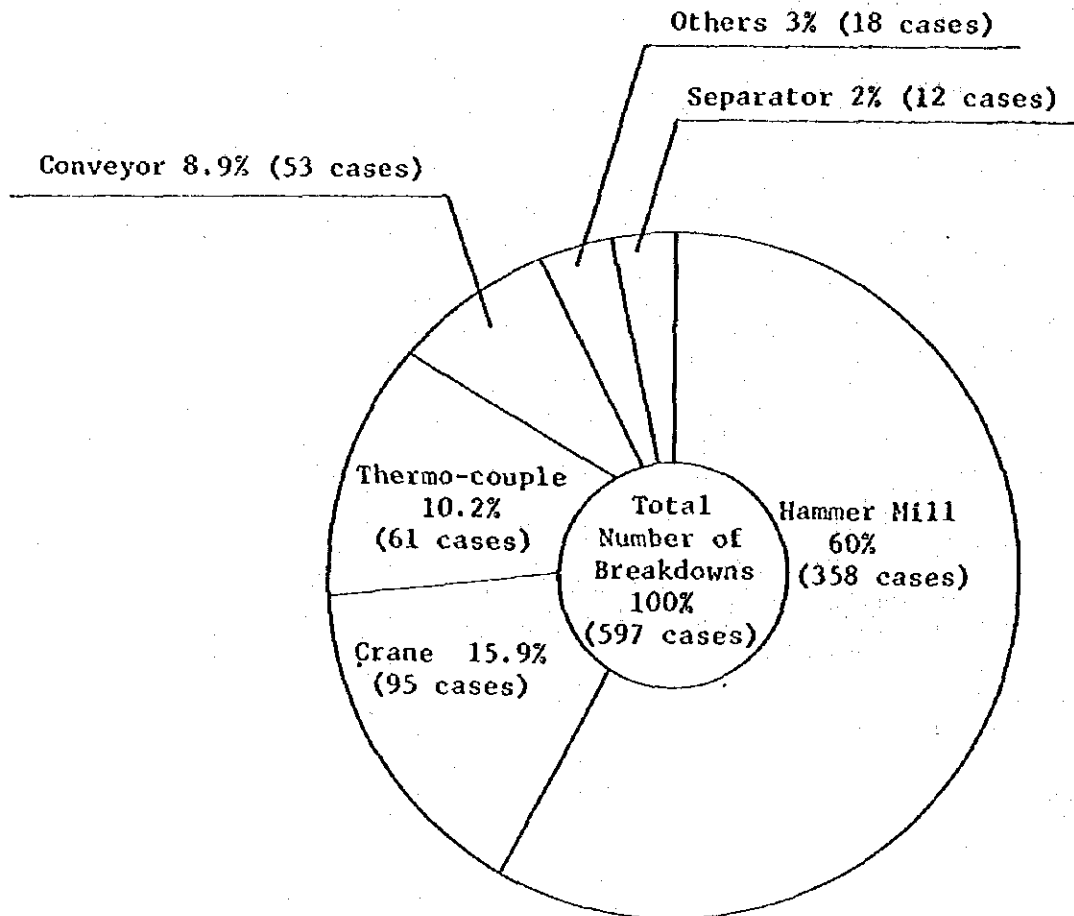
On-Nooch コンポストプラントの場合、1979年9月から、1980年8月迄の一年間の操業日数は329日と記録されており、操業日数の上ではプラント稼働率90%と、この種のプラントとしては非常に高い値を示している。

プラント設備の故障についてはNong Khaem コンポストプラントの調査を行った結果(Fig 3.3)、ハンマーミルの故障が全故障の60%を占めている事がわかった。ハンマーミル故障の主な原因はハンマーとケーシングの間にきょう雑物がはさまるためと考えられる。

1トン当りの生ごみを処理するのに必要な電力消費量はプラントによって異なり、On-Noochで8.7kW・h、Nong Khaemで9.3kW・h、Ram Intraで10.0kW・hとなっている。水消費量は各プラントとも大差なく一日1プラント当り30m<sup>3</sup>程度である。

コンポストプラントに搬入されたごみ量の記録を、またコンポスト化における物質収支をAppendix 3.1-10に示す。物質収支によれば搬入ごみ100トン当り16トンが販売用コンポストとして再生可能であり、東京に於ける再生割合8~10トンに較べかなり再生産性が高い。

Fig. 3.3 Record of breakdown of equipment in Nong Khaem compost plant from March 1979 to August 1980 (18 months)



しかし、現在販売用コンポストを製造しているのは Nong Khaem コンポストプラントだけである。

Nong Khaem コンポストプラントには 12 基のトロンメルがあり 5 基は屋内に、7 基は戸外に設置されている。これら 12 基のトロンメルの処理能力は合計 100 t/15 h で 60 トンの販売用コンポストを再生産する事ができる。販売用コンポストの製造は主に乾期に行われ、1980 年の記録によれば年間生産量の約 70% が 11 月から 4 月までの間に生産されている。トロンメルの精選別メッシュは粗目と細目の二種類があり、粗目のメッシュを通したコンポストを「コンポストタイプ-1」、細目のメッシュを通したコンポストを「ファインコンポストタイプ-1」として販売している。更に「コンポストタイプ-1」にし尿スラッジ追加処理したものを「コンポストタイプ-2」と称している。これらのコンポストは袋詰めにして出荷される。販売用コンポストの各年生産実績を Appendix 3.1-10 に示す。

(1) コンポストの品質

調査団はコンポストの品質に関する様々な調査を行ったが、こゝではその結論のみを要約する。

第 2 次発酵期間中に有機成分が放散されたり可溶成分が流出するため、時間の経過と

Table 3.4 Chemical components of BMA compost

	Range	Mean	S.D.	C.V.
Total nitrogen (N) (%)	(0.56 ~ 1.35) 0.08 ~ 1.32	(1.00) 0.918	(0.346) 0.567	(34.7) 61.8
Total phosphorus (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (%)	(0.57 ~ 0.82) 0.9 ~ 1.14	(0.72) 1.04	(0.111) 0.108	(15.5) 10.4
Potassium (K <sub>2</sub> O) (%)	(0.95 ~ 1.40) 0.81 ~ 1.29	(1.12) 1.06	(0.212) 0.198	(19.0) 18.6
Calcium (CaO) (%)	(2.42 ~ 9.16) 3.41 ~ 14.2	(5.8) 7.74	(2.83) 4.60	(48.4) 59.4
Magnesium (MgO) (%)	(0.16 ~ 0.51) 0.20 ~ 0.86	(0.34) 0.523	(0.147) 0.276	(43.1) 52.9
CaO/MgO		(17.1) 14.8		
Zinc (Zn) ppm	(220 ~ 1,180) 120 ~ 1,660	(610) 902	(45.8) 63.2	(75.0) 70.0
Copper (Cu) ppm	(120 ~ 860) 970 ~ 2,110	(415) 1,332	(33.7) 52.9	(81.3) 39.7
Lead (Pb) ppm	(119 ~ 212) 242 ~ 603	(167.5) 359.5	(43.8) 164.7	(26.1) 45.8
Cadmium (Cd) ppm	(3.37 ~ 10.30) 9.61 ~ 21.1	(6.00) 14.4	(3.16) 4.91	(52.7) 34.2
Mercury (Hg) ppm	(3.50 ~ 15.40) 2.80 ~ 5.32	(6.56) 3.50	(5.89) 1.22	(89.8) 34.9
Arsenic (As) ppm	(2.97 ~ 8.49) 2.52 ~ 7.36	(6.69) 4.87	(2.51) 2.17	(37.5) 44.6
Zn/Cd		(101) 62.6		
PCB	(0.27 ~ 1.66) 0.23 ~ 0.81	(0.76) 0.433	(0.615) 0.258	(80.9) 59.6

Note: Figures in ( ) are samples from On-Voach.  
 Figures in the lower row are of samples after Trommel processing (Nong Khaem).

共にコンポスト中のCOD、T-C、T-Nおよびイグニッションロスが減少する傾向が見られる。反面C/N比は増加している。窒素は土壌の物理組成の改良に有効であるが、C/N比の増加は窒素の発生を抑圧してしまふ。日本でのコンポスト基準に照らしてもBMAコンポストの窒素含有量は極めて少ない。この点から見ても成品コンポストにし尿を追加するのは効果があろう。

コンポストの電導率が高いと農作物の発芽に影響をおよぼすがこの点ではBMAコンポストに問題はない。

BMAコンポストの化学組成をTable 3.4に示す。これと日本における都市ごみコンポストの化学組成Table 3.5を比較してみるとBMAコンポストのN-P-K含有量は日本の都市ごみコンポストより低いのが、カルシウムは非常に多い事が判る。カルシウムは酸性土壌の中和に有効であり、効果の持続は無機石灰よりも優れている。コンポストの水分は雨期と乾期の影響を大きく受けるため季節によって異なると考えられる。重金属含有量の比較ではBMAコンポストについて調査した項目はいずれも日本の都市ごみコンポストより高く、特にCdが約5倍、Cuが7倍、と顕著である。コンポストからの重金属汚染を防ぐためには特にCdとHgの除去が不可欠である。CuとZnは植物栄養素として必須である事は事実であるが、これらを大量にかつ継続的に畑に施肥した場合の影響はまだ確認されていない。

Table 3.5 Chemical composition of city compost (11 samples from 8 facilities) and barnyard manure (6 samples) in Japan

Item	City Compost			Barnyard Manure		
	Range	Mean	C V(%)	Range	Mean	C V(%)
Total nitrogen (N)(%)	1.24 ~ 2.30	1.73	9.0	0.96 ~ 2.30	1.50	33.6
Total phosphorus(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )(%)	0.48 ~ 3.57	1.13	78.5	0.27 ~ 0.86	0.55	36.6
Potassium (K <sub>2</sub> O)(%)	0.61 ~ 3.13	1.89	37.0	1.42 ~ 3.92	2.85	35.6
Calcium (CaO)(%)	3.24 ~ 9.49	5.44	32.5	0.73 ~ 2.73	1.70	42.0
Magnesium (MgO)(%)	0.31 ~ 2.82	0.64	114.9	0.25 ~ 0.88	0.58	45.7
CaO/MgO	2 ~ 22	12.1	38.7	2 ~ 6	3.3	45.2
Lead (Pb)(ppm)	64 ~ 911	232	104.3	15 ~ 34	24	32.5
Cadmium (Cd)(ppm)	1.6 ~ 6.0	2.9	51.8	1.3 ~ 4.9	2.1	68.4
Zinc (Zn)(ppm)	274 ~ 1,670	674	61.8	48 ~ 165	99	42.6
Copper (Cu)(ppm)	52 ~ 429	189	64.1	14 ~ 31	21	29.6
Nickel (Ni)(ppm)	14 ~ 49	29	42.8	14 ~ 39	25	34.9
Chrome (Cr)(ppm)	29 ~ 202	83	62.3	33 ~ 120	67	53.8
Mercury (Hg)(ppm)	0.5 ~ 4.2	1.7	63.5	0.1 ~ 0.7	0.26	90.8
Arsenic (As)(ppm)	0.1 ~ 6.0	2.8	67.8	1.1 ~ 5.2	2.7	54.3
Zn/Cd	161 ~ 316	224	19.8	25 ~ 97	56	48.7

Note: Analysis on foreign material-eliminated samples, on dry basis.

BMA コンポストのPCB含有率は1~2ppm程度であり、当然土壌への蓄積は生ずるがその半減期が比較的短かいので、通常量のコンポストを施肥している限り作物へのPCB移転・汚染の可能性は少ない。

重金属の溶出試験結果をTable 3.6に示す。水銀抽出量は0.03 mg/Lから0.18 mg/Lという結果になっているが、これを日本のコンポスト許容値(0.005 mg/L以下)に照してみると許容限度の6倍から36倍という値になる。

コンポストの粒度の測定結果をTable 3.7に示す。トロンメルにかける前のコンポストは粒径30mm以上のものを20~30%含むがトロンメル後のものでは30mm以上のものは見られない。粒度分布はごく普通である。

トロンメル前のコンポストの中に含まれる異物の割合はおよそ18~20%でその主なものはプラスチックである。トロンメル後の異物の含有率は1.6%まで減少し、この点でもトロンメルの効果は大きい。トロンメル後の異物の主成分はガラスであり水田へのコンポストの施用の場合はたとえ少量でもガラスの混入は危険であるのでこれを取り除く必要がある。一般にコンポストに含まれる異物の最大許容限度は5%(乾ベース)と言われており、トロンメル後のBMAコンポストは異物含有率の面では非常に良好と言える。

## (2) コンポストの販売

コンポストの販売価格と販売実績をAppendix 3.1-10に掲げた。1980年度には16507トンのコンポストを販売して692767パーツの売上げを得ている。即ちトン当たり466パーツとなり、コンポスト製造原価(プラントの減価償却を含む)1.132パーツ/トンの約41%を補っている計算となる。コンポストの販路は3系統あり、第1にバンコック首都圏内の160人の販売エージェントを通じて売られるもの、第2にバンコック近郊の農民グループに売られる場合、第3にタイ国鉄、農業省、BMAなど政府機関によって使用または仲介販売されるケースである。

## (3) 有価金属の回収と販売

コンポストプラントに搬入される生ごみ100トンにつき約0.8トンの金属が電磁式選別機によって選別回収されている。回収された金属は25キロから40キログラム程度の塊に圧縮成型され販売される。1980年度には約3.675トンの金属が四つのコンポストプラントから回収された。

回収金属の主な構成物は家庭ごみに含まれる雑多な金属製品および空き缶である。圧縮成型された金属塊に付着する異物は重量比で6%に達するが金属塊を野外に放置して置く間に付着物の蒸発や分解などによって異物量が減少する事が確認されている。しかしながら長期間の野外放置は金属自体の品質を低下させる可能性が強い。

回収金属は年間2~3回開かれるオークションで業者の手でせり売りされる。1980年のオークションでの高値は0.42~0.45パーツ/kgであった。同年の回収金属売上高は1,583,337パーツである。

Table 3.6 Result of exclusion test

Exclusion material	Location	On-Nooch		Ram Intra		Nong Khaem (before classification)		Nong Khaem (after classification)		
		Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean	
Hazardous material	Hazardous material	Hg (mg/L)	0.04~0.16	0.09	0.03~0.18	0.07	0.07~0.18	0.10	0.03~0.07	0.05
		Cd (mg/L)	0.03~0.08	0.06	ND	ND	0.03~0.08	0.05	0.04~0.08	0.24
		Pb (mg/L)	0.37~1.40	1.03	0.46~1.05	0.84	0.73~1.50	1.00	0.46~1.25	0.83
Organic phosphorus comp., - Methyl parathione (mg/L) - Parathione, EPN (mg/L) Cr <sup>+6</sup> (mg/L) As (mg/L) CN (mg/L) PCB (mg/L)			ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
			ND, ND	ND	ND, ND	ND	ND, ND	ND	ND, ND	ND
			ND~0.10	0.05	ND~0.55	0.23	ND~0.65	0.19	ND~0.40	0.10
			0.02~0.12	0.07	0.01~0.11	0.05	ND~0.06	0.04	ND~0.03	0.01
			0.008~0.04	0.017	0.002~1.00	0.280	0.007~0.05	0.024	0.002~0.07	0.036
			ND	ND	ND~2.48x10 <sup>-9</sup>	6.2x10 <sup>-6</sup>	ND~1.4x10 <sup>-2</sup>	3.5x10 <sup>-3</sup>	ND	ND

Note: The number of samples was four and they were taken in September, October, November and December, 1980.

Table 3.7 Compost size grading distribution (mean value)

(Unit: %)

	Compost Brand Name	>100	100~50	50~30	30~10	10~5	5~7	Total
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	
Wet Basis	On-Nooch	8.4	9.6	12.0	41.1	15.1	13.8	100.0
	Ram Intra	2.1	6.6	10.6	48.9	15.5	16.3	100.0
	Nong Khaem *1	3.8	7.5	14.6	49.6	12.9	11.6	100.0
	Nong Khaem *2	0.0	0.0	0.0	14.1	23.7	62.2	100.0
Dry Basis	On-Nooch	8.2	9.7	11.8	40.3	15.2	14.8	100.0
	Ram Intra	2.1	7.1	11.4	47.1	15.1	17.2	100.0
	Nong Khaem *1	4.1	7.7	14.2	48.8	13.2	12.0	100.0
	Nong Khaem *2	0.0	0.0	0.0	14.1	23.2	62.7	100.0
Moisture Content	On-Nooch	37.7	40.4	42.8	42.9	41.4	38.8	42.2
	Ram Intra	41.2	40.3	39.7	47.8	46.8	40.1	46.2
	Nong Khaem *1	32.0	37.9	41.1	41.0	37.8	32.2	39.9
	Nong Khaem *2	-	-	-	33.3	34.4	28.1	33.1

\*1 : before Trommel  
\*2 : after Trommel

#### I (0) 搬入ごみの問診による分別

ガラス、プラスチック、ゴム、皮革、乾電池、蛍光灯などの廃棄物はコンポストにとって有害である。一方マーケットごみは厨芥を多量に含みコンポスト化に好都合である。そこで搬入ごみの計量時に運転手に質問を行い、コンポスト不適ごみを積載していると思われる収集車には直接最終処分場へ向うよう指示し、マーケットごみなどコンポストに適したごみを積載する収集車はコンポストプラントに向わせる。マーケットごみは一ヶ所からまとまった量が排出されるので、これを他のごみと混ぜずにコンポストプラントに直送するよう収集輸送計画を立てる事が望ましい。

#### I (0) コンポスト不適ごみを可燃性ごみと混合して焼却

コンポストプラントの分級工程でリジェクトされたコンポスト不適ごみおよび時により病院ごみは焼却処分されるが焼却炉が高カロリー用に設計されているのに対し、これらのごみが低カロリーであるために十分な燃焼が行われぬ。コンポスト不適ごみに多量に含まれるプラスチックは現在の焼却炉の燃焼条件では炉中で溶融して団塊になりやすくかえって燃焼を妨げている。特に雨期のごみは水分

含有率が高くなり相対的に発熱量が低下する。こうした問題を解決するには空気予熱装置と補助バーナーを既存の焼却炉に追加設置するのが最善であるが、これはS09に譲り、当面の対策として燃えにくいごみに高カロリー易燃性の木材ごみや竹籠、オフィスごみなどを混合し、燃焼の容易化をはかる必要がある。乾期には埋立地から処分済みの乾燥したごみを採取してきて混合し燃焼の容易性を図ることも可能である。この際土壌化した細かい有機性のごみやプラスチック類をできるだけ排除するよう簡単なふるいを使用する事が望ましい。この方法は埋立地の延命（長期利用化）に貢献するので検討に値しよう。焼却には燃焼温度を少くとも700℃以上に維持することが大切であり、これ以下では十分な焼却処分が行われないばかりでなく、有機酸やアンモニアなど有害かつ悪臭を伴うガスが煙突から排出されることになる。

#### I09 リセプションピット内の汚水の排水

一般に生ごみの水分含有率が60%以上になるとコンポスト化に必要な十分な発酵温度が得られずコンポストのC/N比が大きくなりやすい。水分除去の方法としては生ごみを圧縮加熱したり発酵槽に保温断熱・加熱の設備を加えるなどが考えられるが、いずれも相当な費用を要し、コンポスト製造原価にはね返る。リセプションピット内の汚水を常時排水することにより完全ではないがかなり高い生ごみの水切り効果を挙げることができる。特に年間降雨量の87%（約1,350mm）が集中する雨期の間はピット内に水が溜りやすいので徹底した常時排水を行う必要がある。

#### S09 第二次発酵ヤードのルーフィング

第二次発酵を野ざらしの野外で行っているため、雨水による肥効成分の流亡のほか、雨気には嫌気性発酵を起しやすい状態になっている。また、乾期においてもコンポスト中に含まれる無機水銀が日光の照射によって毒性の強いメチル水銀化するおそれがあるといわれ、いずれにしろ野天下での第二次発酵は好ましくない。On-Noochコンポストプラントの第二次発酵ヤードに屋根がけをする事を想定した場合、Fig 3.4に示す様な3ブロックにわたっての屋根架装により32,550㎡のヤードのうち18,750㎡に屋根をつけて60日分（第二次発酵期間）のスペースを取る事ができる。図示した屋根の建設費は4,000万バーツ程度と推算されるが、要は雨水と直射日光を防止できれば良いので、より安価な方法も可能であろう。但しその場合作業及び作業機器の使用に支障をきたさぬよう、十分な天井高と支柱間隔を確保する必要がある。なお、図に例示したような屋根架装をNong Khaem及びRam Intraにも行った場合、その建設費はそれぞれ1,000万バーツ、2,000万バーツと試算されている。

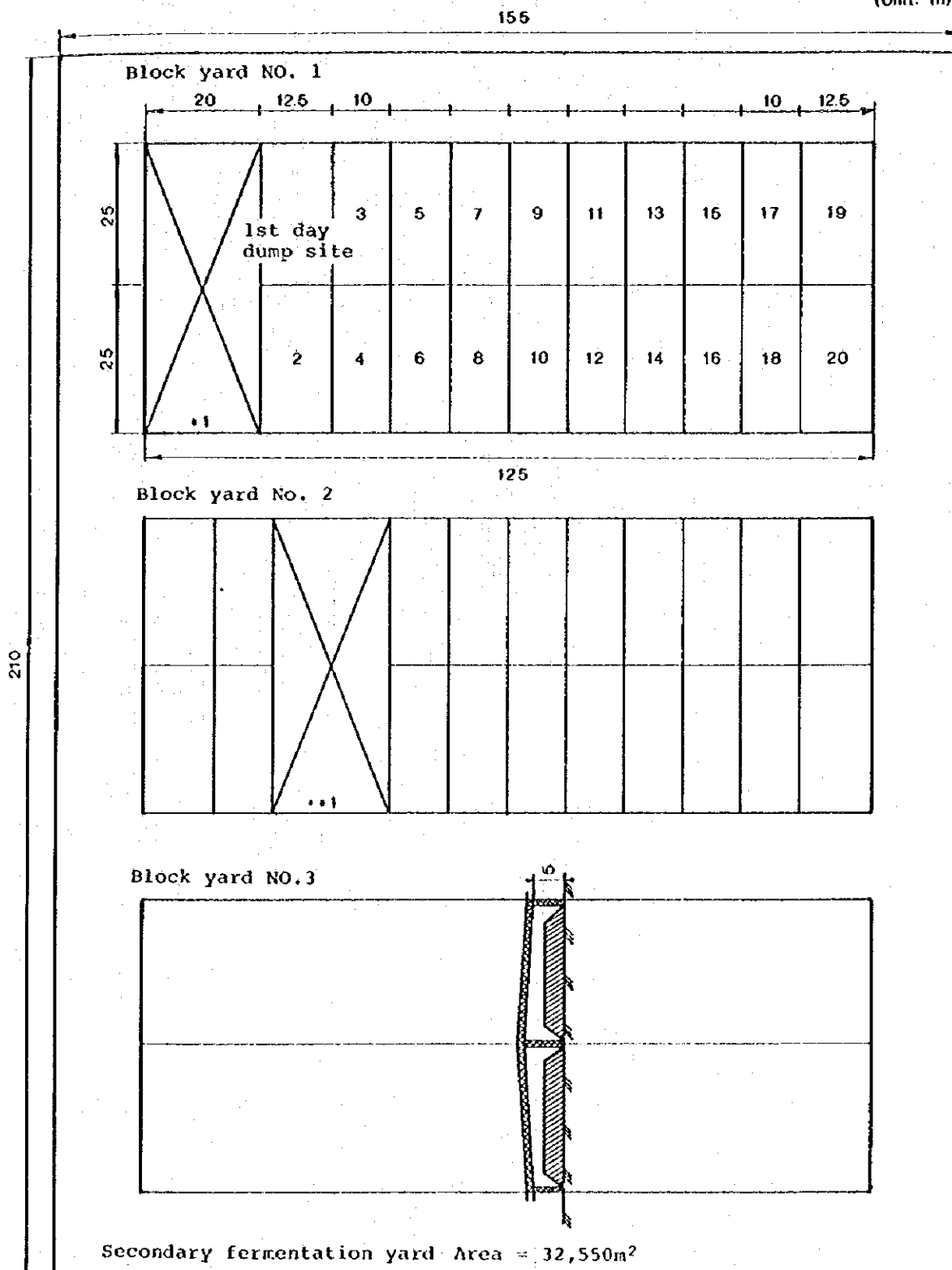
#### S09 Nong Khaemの屋外設備トロンメルに屋根架装

言うまでもなく雨期にもトロンメルを稼働させる事が目的である。屋外設置7基のトロンメルを囲む様に建屋を建造する。（Fig 3.5）



Fig. 3.4 Roofing facilities of the secondary fermentation yard (On-Nooch)

(Unit: m)



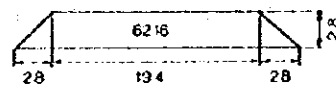
Secondary fermentation yard Area = 32,550m<sup>2</sup>

Rough specifications

Area of building : 125m x 50m x 3 bldg. = 18,750m<sup>2</sup>

Area of site : 210m x 155m = 32,550m<sup>2</sup>

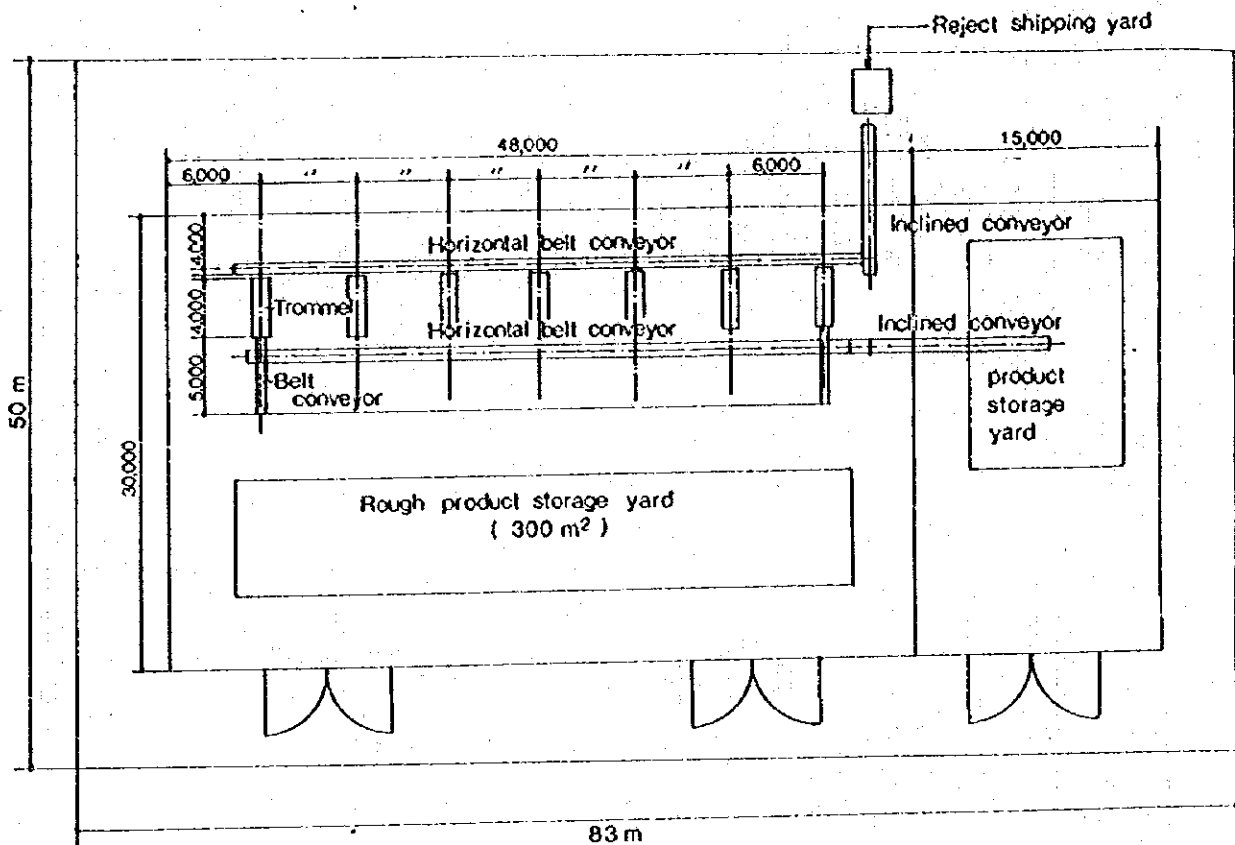
Note : \*1 Work space



Piling method of compost

Fig. 3.5 Plan of the trommel installation  
(Unit: m)

unit : m



(Rough specifications)

- Area of building : 63 m x 30 m = 1,890 m<sup>2</sup>
- Structure : Steel structure, slate, one-storey building, effective height of 5 m
- Area of site : 83 m x 50 m = 4,150 m<sup>2</sup>
- Construction cost : 200 million Baht

これに必要な建物面積は 1,890 m<sup>2</sup> (63m x 30 m) で建設費は約 2,000 万バーツと推定される。

S04 On-Nooch および Ram Intra 両コンポストプラントにトロンメルを設置  
トロンメルによって精選別されたいわゆる販売用コンポストの販売実績は良好であり、現在供給不足の傾向にある。また調査団の市場調査の結果も将来の需要増大を裏付けている。これに合わせて販売用コンポストの製造能力を増強してゆく事が望ましい。

適正規模としては On-Nooch に 20 基、Ram Intra に 10 基のトロンメル設置が推奨される。しかし、コンポストの販売量は単に需要量と供給量の関係だけから決定できるものではなく、その他の要素、なかんずく販売価格によって左右されるところが大きい。即ち、次の S09 の低価格政策を取り得るか否かが販売促進の大きな鍵であり、需要者の購買意欲をそとらぬ高価格ではいくら品質を向上しても販売増大に結びつかない。したがって、製造能力の増強に際しては価格政策の影響

やPR効果などを見きわめながらトロンメル10基単位程度で段階的に増強してゆく方が安全である。なお、上に推奨した適正規模のトロンメル設置にはOn-Nooch(10台)で3,700万パーツ、Ram Intra(5台)で1,300万パーツの建設費を要する。トロンメルの処理能力は一台当り16t/16hとして試算した。

#### S09 コンポスト販売促進のための諸方策

ごみ処理事業は本質的に支出事業である。コンポストや回収金属の販売の目的は収益ではなく物質利用の促進である。しかし、公共便益のためとは言え、一公共事業体には自ずと負担可能な限度があり、これを超えることは不可能である。現在既にBMAはコンポスト製造原価の約60パーセントを負担している。年間負担額自体はさほど大きくはないが製造原価の負担は既に限度に近く、この点からも現行価格引下げの余地は乏しい。便益に対し受益者が相応の負担を負うのは当然であり、その受益者負担分が現在の販売価格約470パーツ/トンとなっている。一方、需要者の立場からは農作物の売上げに比べコンポスト価格は高過ぎ、一般農家では採算に合わない。現時点の状況はBMAが最大限の負担を負っているにもかかわらずコンポストは一般農民にとって高ねの花であることを示している。しかしこの状況を捕えてコンポスト製造が公共事業としても無理があると断定するのは早計である。コンポストの潜在需要層は厚く、潜在需要者にコンポストの必要性と効果を知らしむることによりこれを顕在需要者に変え、かつ彼らの受ける便益に見合う価格を設定することにより実質的な需要に結びつけることができるからである。ちなみに、現在販売用コンポストを製造しているのはNong Khaemプラント1ヶ所であり仮りに販売収入のない他の3プラントの経費をすべてNong Khaemプラントの販売用コンポストの製造原価に上乘せると販売用コンポスト1トンを製造するのに約1,132パーツを要するという驚くべき数値になる。しかし販売収入のないコンポスト工場を現に運営しているということはその運営の主目的が販売用コンポストの製造ではなく、ごみの中間処理にあることを意味し、したがってその経費は中間処理費用と見なし得る。とすればこれら3工場を中間処理を終ったごみを材料として販売用コンポストを製造する場合、そのコンポスト製造原価は材料を精選して製品化するトロンメル関連費用のみという考え方も成り立つ。トロンメルの減価償却費および運営費はコンポスト工場運営費総額に比べると微々たるものであるから、概括的に言えばほぼ現状の経費で販売用コンポストの生産量を約3倍に増すことが可能であり、したがって財務計算上はさておき事実上のコンポスト製造原価は一挙に現在の約1/3に低減されることになる。

コンポスト製造販売は資源再利用を国家的見地から促進する公共事業である。この前提に立つてコンポスト価格を考えた場合、次の三つが価格設定の条件となる。

- i) コンポスト利用者が支払い代価以上の便益が得られる価格であること。
- ii) 需要拡大に結びつく価格であること。即ち主な需要層に受入れられる価格であること。
- iii) 支出事業であってもコンポスト工場の運営を著しく圧迫せぬ程度の収入が得られる価格であること。

調査団の試算によるとコンポストの一次的な便益のみを金額換算しても240  
パート/トン程度の値が得られる。端的に言えばコンポスト価格がこの値以下で  
あればその差額分の便益を利用者が得る事になる。言うまでもなくこれは理論便  
益であって実際の便益はコンポスト使用の農作物収穫高への寄与率によって定まる。  
コンポストに関する農民の関心と認識を高めるには印刷物配布などのいわゆる  
PR活動によるか農業プロジェクト中でのコンポストの活用、農業試験場との提  
携、農業協同団体を通じての実用試験など様々な方法がある。また公園の樹木や  
街路樹への施肥など行政機関が積極的にコンポストの利用を図る事がコンポスト  
への信頼感を入々に積えつけ、無言の、しかし強力なPRとなる。

コンポスト需要の拡大を図るためにはコンポスト使用を一般畑作農家に普及させ  
てゆく事が必要であり、これには何よりも販売価格の引下げが絶対条件となる。  
価格と需要量の関係は明らかではないが現行価格の半額になれば畑作農家にとっ  
てコンポストは魅力あるものになろう。

なお、コンポスト工場の運営経費を問題にする場合、コンポスト工場の持つ中間  
処理機能をどの様に評価するかは重要な要素であり、その評価次第でコンポスト  
製造原価の算定根拠が異ってくる。コンポスト工場の目的はごみを中間処理によ  
って減容・無害・安定化し更に処理されたごみを利用してコンポストを製造する  
ことの2つにわけて考える事も可能である。中間処理は支出事業でありコンポ  
スト製造は収益事業とも言えるがそれではコンポスト工場の機能のうちどこまでが  
中間処理でどこまでがコンポスト製造であるのか、その区別をつけるのは難かし  
い。先のコンポスト製造原価1,132パート/トンはコンポスト工場における全工  
程をコンポスト製造工程と見なした場合の原価であり中間処理機能に要する費用  
分を含んだものである。この分をどの程度に評価するかはむしろ政策的な問題で  
あるが最近の国際的すう勢ではコンポスト工場の中間処理機能を重視し、プラ  
ント運営を支出事業と位置付けて公共負担分を増してゆく傾向にある。極端な話、  
第二次発酵終了を中間処理と見る事も可能で、トロンメル以降をコンポスト製造  
過程と見なせばコンポスト製造原価は約160パート/トン強と算定する事もできる。  
コンポスト増販の成否はつまるところ行政当局がコンポスト普及を政策的にどの  
様に支持し、そのためにどれだけの負担を負うかにかかっており、コンポスト事  
業だけを独立に取りあげてその収益性を論ずるとコンポスト事業がごみ処理シ  
ステムの中で果たす重要な役割を見落す結果になりかねない。ごみのコンポスト化が  
全処理システムにとって不可欠な機能であることを認識し、その副産物であるコ  
ンポストの社会的貢献度を見極める事によって自ずとコンポスト事業に対する行  
財政上の支援規模が定まり、それに応じたプラント運営の在り方、コンポスト販  
売価格、普及活動の範囲等が定まってくる。コンポストは所せんどみ処理過程の  
副産物であり、副産物を作るための製造原価なるものにはさほどの意味がないこ  
とを念頭に置いて原価管理を行う必要がある。

#### S00 現存焼却炉にバーナーを追加設置

現存の焼却炉が高カロリー用に設計されているためにコンポスト不適ごみや病院

ごみの焼却処分に向いていない事は既にI(4)にて述べた。

現在の焼却炉はこのほかにも問題を有し、これらを補足的な手段で改善してゆく事が、実効上および経済上果して有利であるか否かは疑問とされている。空気予熱器や補助バーナの取付によって現存炉の焼却性能を大幅に向上できるがしかし諸々の欠陥に対する最終的な解決策にはならない。抜本的には現在の炉を焼却対象に適した新しい炉に置き換え、かつ病院ごみ専用炉を新設する事が早道である。たゞ、病院ごみの適切な処理処分が急がれている現状ではR(8)に示す病院ごみ専用焼却炉の建設を待ってられない状況にある。病院ごみの安全かつ確実な処理方法は焼却である。したがって病院ごみ専用炉建設の見通しが立つまでは現存の焼却炉で病院ごみを処理する必要がある。そのためには現存炉に補助バーナを取りつけるのが最も手取り早い方法である。これに要する費用は付帯施設・工事費を含め約250万パーツである。

#### R(7) 選別工程の追加

コンポスト不適物の除去はコンポスト品質向上のためには不可避な条件である。ごみの中から金属、プラスチックなど特定の物質を選別する装置は幾つものタイプが開発されているがいずれも資源回収を目的として作られたものであり、コンポスト不適ごみを除去するという目的を十分に満足するものではない。新たな選別工程を現行の作業フローの中に相込む方法としては、次の2通りが考えられる。その1は現存の第1コンベヤ(電磁セパレータの直後)と第2コンベヤ(ロトディスクセパレータの直後)に沿って作業台を設け、適切な人員(1ステージ7名前後)を配置して手作業により選別作業を行わせる方法、その2は一次発酵後のコンポストをトロンメルにかける方法である。実行上は第2の方法の方が容易であるが販売用コンポストは二次発酵後に必ずトロンメルにかけられるという前提を考えれば(2度以上トロンメルにかける事はそれなりの効果はあるにしても)トロンメルのメッシュを通過してしまうような異物でも選別できるマニュアル選別を組入れる方が効果的であろう。

#### R(8) 病院ごみ専用焼却炉の新設

病院ごみは処理の完全を期すために他のごみを混合することなく専用の焼却炉で焼却することが望ましい。病院ごみには廃却された衣類・寝具など易燃性のものから、術後の生体、実験動物屍体などの難燃性の物体、薬びんや金属性医器具などの不燃性のものまで雑多な物質が含まれておりその燃焼管理は難かしい。病院ごみを対象とした専用焼却炉が各種開発されているが、いずれを採用するにしても十分な燃焼管理を行うことが必須条件となる。

病院ごみの場合特に搬入から焼却までの間にごみが飛散したり直接作業員の手にかふれたりする事のないよう、作業上の注意が必要であると同時に十分な衛生安全を保持するための付帯施設を備えねばならない。

大規模病院では自己焼却処分する事を前提とすれば新設炉の規模は10t/8h程度が適切と考えられる。この規模のバッチ燃焼式病院ごみ専用焼却炉を設置する場合、所要敷地面積約600㎡、建設費約1,800万パーツと試算されている。

R(9) コンポストプラントのオペレーション・メンテナンスマニュアルの作成

- ・オペレーションマニュアル： 作業の安全を確保し、施設を定期的かつ所期の目標通り機能させることを目的とする。

- ・メンテナンスマニュアル： 施設の維持・保全によって円滑なオペレーションを保証し、故障を排除し、所期の施設寿命を全うする。

これら両マニュアルのモデルを Appendix 3.6 および 3.7 に例示したので参照されたい。

### 3.3.4 最終処分システム

バンコック首都圏には現在 6ヶ所の最終処分場があり、生ごみ、焼却残渣、コンポスト不適ごみの埋立処分を行っている。

Table 3.8 The present status of the final disposal site

	On-Nooch	Nong Khaem	Ram Intra	Tung Kru	Bung Tanode	Bung Phrayasalum
Total site area (incl. compost plant) m <sup>2</sup>	929,600	588,800	89,600	64,000	8,000	8,000
Start of land-filling	1964	October 1972	October 1972	1977	Not known	Not known
Landfill volume %	415	590	197	72	50	30
Total landfill volume (as of the end of 1980)	12,552,092 m <sup>2</sup>	2,935,794 m <sup>2</sup>	1,028,252 m <sup>2</sup>	332,453 m <sup>2</sup>	Not known	Not known

全ての最終処分場は内陸の低湿地帯に位置している。

Tung Kru 及び Bung Phrayasalum 処分場敷地の一部は私有地で、利用価値の低い低湿地をゴミ埋立によって造成する目的をもって民間より無償で提供されている土地である。

埋立方法はいずれの処分場においても嫌気性非管理埋立、いわゆるオーブンランプ方式が採用されている。埋立作業用機器としてブルドーザ、フロントエンドローダ、ドラグライン、エクスカベータ、ダンプトラック等が On-Nooch、Nong Khaem、Ram Intra の 3 処分場に配置されており、これら 3 処分場に関しては作業機器の配備は適切と言えるが反面他の 3 処分場に対しては作業機器が配置されておらず、特に日量 70 トンのごみを埋立処分している Tung Kru 処分場では機器の不足が深刻な問題となっている。作業機器のない処分場では手作業による敷ならしを行っている。

現在、浸出汚水処理施設を有するのは On-Nooch 処分場一ヶ所のみである。生物学的処理

によっており、浸出汚水分析の結果によればCODの方がBODより高い。このことは埋立ごみが嫌気性分解を生じていることを示している。生物学的処理による処理システムではCOD処理はできないが、汚水中のBOD管理も極めて重要であるので生物学的処理もやはり不可欠である。

周辺住民の生活環境に与える影響の面から見ると、On-Nooch処分場に問題が多い。On-Nooch処分場はその南西面を除いて、住宅、学校、工場などが近接しており、これらから悪臭や浸出汚水に関する苦情が発生している。

Nong Khaem 処分場の南面にはテレビ局が位置し、東面には住宅が散在する。

Ram Intra 処分場ではその北西面に新しく建てられた住宅が散在している。

これらの処分場では周辺環境保護のための方策が採られておらず、顕著な都市化に伴って処分場周辺の人口も密化が必至であるので、近い将来様々な環境問題が発生する可能性が強い。

I 03 Tung Kru 及び Bung Phrayasalum 両最終処分場の管轄のBOSへの移管  
現在、Tung Kru 最終処分場は Rat Burana 区の、Bung Phrayasalum 処分場は Minburi 区の管轄下にあり、自区のごみ埋立に利用している。両最終処分場は輸送上の好適地に位置しており、他区からのごみの搬入先としても至便である。そこで両最終処分場の管轄をBOSに移し、他区のごみも受け付けるようにすることが望ましい。

なお、両処分場の大きな部分 (Tung Kru では 64,000 m<sup>2</sup>のうち 32,000 m<sup>2</sup>、Bung Phrayasalum では 8,000 m<sup>2</sup>の全部) を民有地が占めており、これらは埋立完了後所有者に返還することを条件に無償で提供されている土地である。低湿地のため現状のままでは利用価値の乏しい土地はバンコック市内および周辺にかなり広く存在しており、埋立後返還を条件に呼びかければ無償提供に応ずる土地所有者は少ないと考えられる。したがってこの様な民有地の積極的活用をはかることが望ましい。ただし、この際、周辺環境に対する影響について十分な考慮を払うべきことは言うまでもない。また、土地提供者が考える跡地利用計画、埋立期間を満足する様な埋立作業が実行できるか否かを事前によく検討し、提供者の了解を得ておく必要がある。

#### I 04 ごみの均等敷きならしと転圧

最終処分場にダンプしたごみは均等に敷きならし転圧する。これは雨水排除を容易にし、局部沈下を防止する目的のほか作業環境を整備して作業の安全をはかりつつ作業能率を向上するというねらいも持っている。また、跡地の有効利用のためにも敷均し・転圧は欠かすことのできない作業である。一層の敷均し厚さは3mを標準とする。埋立は埋立場の周辺部から中央に向かってすすめてゆき埋立山の周囲は1:3程度の一定の斜面勾配を保つよう成形する。

ごみの敷ならし・転圧はブルドーザによるのが能率的かつ効果的である。On-Nooch, Nong Khaem, Ram Intra の3最終処分場は現在配備されている作業機器 (Table 3.9) で十分な敷ならし・転圧作業ができるが、機器を持たず、かつ

埋立量の比較的多い Tung Kru および Bung Phrayasalum 両処理場にはブルドーザを各1台配備する必要がある。ブルドーザの敷ならし・転圧能力は11トン級のもの1台で毎時76㎡であり、Tung Kru の場合1日に敷ならしを必要とするごみ量は133㎡であるから11トン級ブルドーザ1日2.時間弱の作業量となる。この両処分場に11トン級ブルドーザを1台ずつを配備するのに必要な費用は260万バーツと試算される。

#### 109 乾期中の浸出汚水循環散布

埋立区画周囲の側溝にためた浸出汚水をポンプで吸上げてごみ山に循環散布し蒸発によって汚水量の減少をはかる。この方法は乾期には有効であるが雨期には浸出汚水量が増加し、かつ蒸発力が減少するので大きな効果は期待できない。そこで雨期中に処理できなかつた浸出汚水は暫定的に埋立区域内に貯留し、乾期に入ってから循環散布によって汚水量の減少を図る。

循環散布に必要な移動式自吸水ポンプ(エンジン付)は一式52600バーツである。(但し、口径100mm、出力5PS、揚水量500L/min、揚程17m、送水距離120m)必要台数はOn-Nooch, Nong Khaem各4台、Tung Kru 1台、したがってこれの購入に要する費用は473400バーツとなる。また、9台のポンプの運転用材料費は年間約85,000バーツと推定される。ポンプ購入までの短期的な暫定策としてはバキューム車の利用などが考えられる。

Table 3.9 Field work equipment at disposal sites

(As of the end of Dec. 1980)

Final Disposal Sites		On-Nooch	Nong Khaem	Ram Intra	Tung Kru	Bung Tanode	Bung Phrayasalum
Field Work Equipment	Bulldozer	5	4	3	-	-	-
	Front-end Loader	4	3	2	-	-	-
	Drag-Line	1	-	-	-	-	-
	Excavator	1	-	-	-	-	-
	Dump Truck	-	5	2	-	-	-

(Including equipment for compost plants)

#### 100 浸出汚水処理施設の24時間連続運転

現存のOn-Nooch処分場の浸出汚水処理施設は活性汚泥処理方式を採用しており、オペレーションを長期間休止すると活性汚泥が死滅してしまい、その後オペレーションを再開しても処理能力が回復せず、汚水は未処理同然の状態では放出される。活性汚泥の死滅あるいは機能低下を防ぐためには施設を常時、稼動状態に保つ事が好ましく、この点からOn-Noochの汚水処理施設の24時間連続運転が望まれる。

#### 100 害虫・害獣除去のための薬剤散布

埋立場はその性質上、はえや蚊などの害虫が発生しやすく、またねずみのような害獣の寄生する可能性も強い。こうした害虫・害獣の存在はある程度まで不可避



であるが、放置しておくで大量発生の原因となって周辺地域への直接加害を引起すばかりでなく、これらを媒体とする病菌汚染の可能性も生ずる。それを防止するために薬剤散布による害虫・害獣の除去は必須であるが、薬剤散布にはまた別の危険も伴うので慎重に行う必要がある。広大な埋立地に薬剤を散布する場合、風向きや気象条件によっては散薬が周辺地域に飛散し、動植物に思わぬ被害を与えることがある。また、大量発生を終えた段階で不用意な薬剤散布を行うと、害虫・害獣を周辺地域に追いやるだけの結果に終り被害の拡散を招く。したがって定期散布によって害虫・害獣の発生を常時抑圧するとともに雨期などの発生条件が整っている時期には状況に応じて適宜不規則の散布をもあわせ行う必要がある。周辺地域への影響及び作業員の安全を考慮し、一度に大量の散布を避け、散布対象地域を区画別けして区画毎の散布を行うのが良い。大量発生のみざしが見えたときは集中的な除去を行って大量発生の未然防止をはかることが重要である。定期散布は害虫・害獣に薬剤に対する免疫を与えやすいので散布効果を見極め、必要に応じて薬種を変える。いずれにしろ、薬剤散布に当っては周辺住民の健康、動植物被害、作業員の安全に十分な考慮を払い、これらに危害を与える恐れのない薬剤の選定、作業方法の選択を行うことが絶対条件である。On-Nooch, Nong Khaemの様に対象区域の広い処分場では2トン車程度の薬剤タンク(400L)付消毒車の使用が効果的である。消毒車の単価は約36万バーツ(上記両処分場に各1台)、全6ヶ所の最終処分場に散布される薬剤(油剤、1畝当り900㎡但し100倍希釈)の費用は年間30万バーツ程度と試算されている。ただし、最終処分場面積の拡大につれて薬剤消費量は増加し、1887年には年間約35万バーツに達すると推定される。

#### 1(8) 埋立処分場管理区域の明示

埋立処分場はとかく悪臭や浸出汚水の流出、ごみ飛散などのいわゆる環境汚染問題を引起しやすく、これを防止するためには十分な作業管理を行うとともに環境問題が発生した際のその責任所在を明確にできるような機構を作る必要がある。その第一歩として、まず、埋立処分場の管理区域を明確にし、管理責任者が誰であるかを周辺住民にも周知せしめる様な手段を採ることが望まれる。簡便な方法のひとつとして埋立処分場境界に有刺鉄線を張った柵を設け、要所に立札をたて、管理責任者氏名、連絡先などを明示することが考えられる。この方法を現存6ヶ所の埋立処分場に適用した場合、その費用(柵、有刺鉄線、立札)は約64万バーツと概算される。

#### S(8) 跡地利用計画の設定

或る埋立処分場にて埋立を開始するに先立って、埋立完了後の跡地利用を想定し、その利用に適した出来型を目標に埋立てを行ってゆくことが理想である。したがって新たに埋立をはじめると処分場については跡地利用計画を立て、それに適した出来形を形成するように埋立てをゆくことが望ましい。しかし、埋立開始から実際に跡地が利用できるようになるまでには長年月を要するのが普通であり、その間の周辺環境の変化や社会情勢の変動など、予測の難かしい要素が多く、このため明確な跡地利用が立てられない場合も多い。このような場合には無理に跡地利用計画を立て

る必要はなく、最も汎用性の高い出来型、すなわち平坦化を目標とするのが良い。既存の埋立処分場についても同様に跡地利用計画が立てにくいものについては平坦化を目指して埋立てを行うのが良いだろう。

#### S08 築堤先行型区分埋立による衛生埋立の実施 (Fig 3.6, 3.7 参照)

On-Nooch, Nong Khaem の大規模処分場では他に優先して築堤先行型区分埋立による衛生埋立を実施し、他の処分場においても可能なところから同方式に切替える。

築堤の母材には余剰コンポストと土壌化の進んだごみ山を切崩したものを当て、築堤の表面は場内掘削で得られる粘性土によって被覆する。

埋立は築堤沿いの部分から開始し、次第に中央部に向かい、中央部が最後の埋立部分となるように行う。

覆土材には余剰コンポストを利用し、ごみ層の厚さが一層 2.7 m となった時にその表面を 30 cm 厚に覆土する。

埋立を完了した区画はたゞちに 1 m 以上の厚さの覆土を施し、雨水の浸透を抑制して浸出汚水の減少をはかる。覆土の実施はこのほかに悪臭発生防止、ごみ飛散防止、害虫・害獣の寄生防止など環境保護の目的を持っている。

埋立を完了した地域には植栽のためのはん種を施す。特に築堤やごみ山の法面へのはん種を確実にを行う。これは植栽によって法面の強度を高めるためである。植栽は表面強化のほか、景観の向上、埋立地表面からのごみの飛散防止などの効果をもつ。

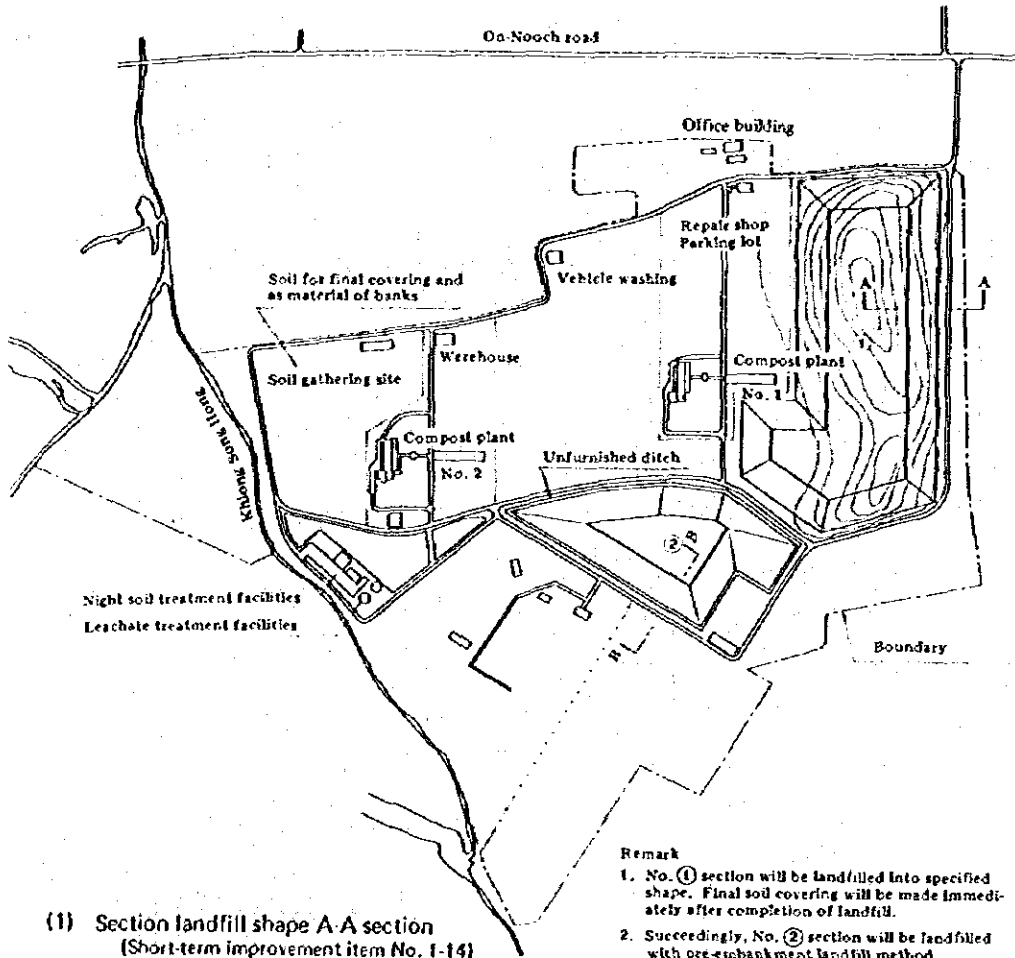
#### I09 し尿の投棄

し尿を埋立地に投棄する場合は浸出汚水への影響を少なくするために埋立部分の中央付近に投棄する。これはし尿がごみ層を通過する間に受ける生物処理機能やろ過・分散機能を確実にするための措置である。投棄されたし尿はごみ山土壌中の微生物によって摂取され、あるいは分解ガス化して無害化されてゆく。ごみ山はフィルタベッドの役目も果たし、有害物質を吸着する機能をもつ。ただしこのような生物処理機能には一定の負荷限度があるのでこれを超えられる場合には投棄するし尿を希釈するか広域散布によって接触面積の拡大をはかるなどの策が必要となる。また、地下水汚染のおそれのある場合、たとえば付近に掘抜井戸があるとか地下水位が高い場合にはし尿投棄を行ってはならない。

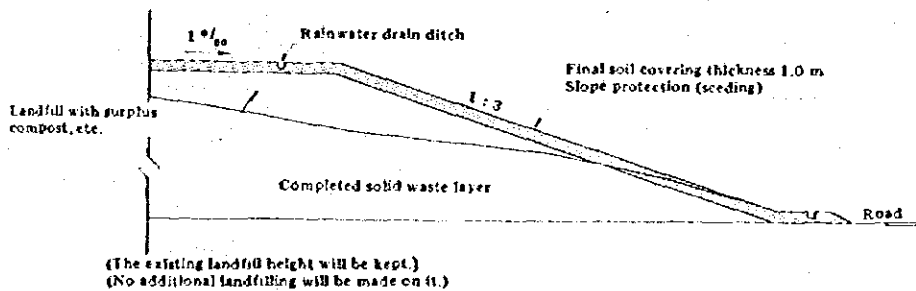
ごみ埋立層に断層が生じて水路が形成されているところでは上の浄化作用が働かないので投棄場所の選定に当たっては試験投棄を行って断層・水路のないことを確認する必要がある。

#### R00 防火体制の強化

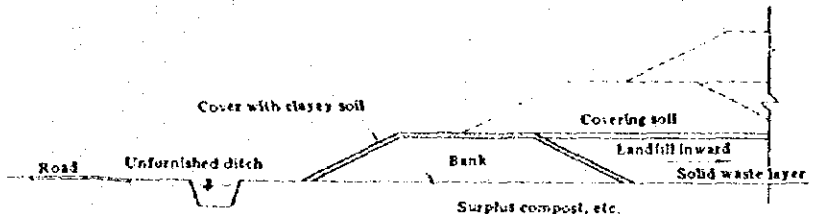
施設や建築物火災に対する予防体制の強化ももち論重要であるが、当面の急を要するのは乾期の度に発生する埋立地の火災対策であろう。現在配置されている移動式ポンプは台数的にも必ずしも十分とは言えず補充する必要がある。また、埋立地の火災では放水消火とともに土砂による被覆消火を組合せて安全でかつ確実



(1) Section landfill shape A-A section  
(Short-term improvement item No. I-14)



(2) Section Bank shape B-B section  
(Short-term improvement item No. S-18)



**Fig. 3.6 On-Nooch landfill site short-term improvement plan**

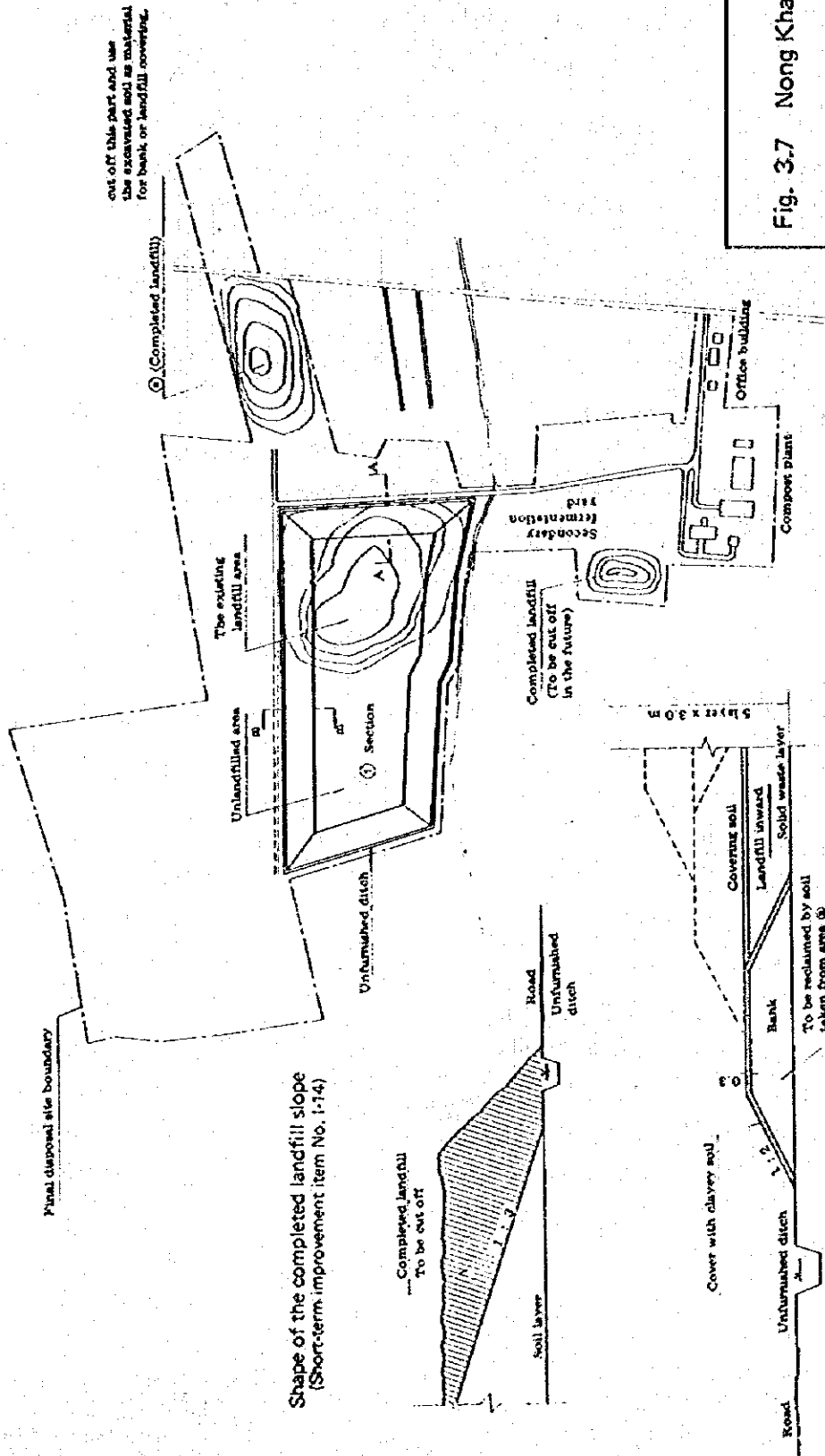


Fig. 3.7 Nong Khaem landfill site short-term improvement plan



Shape of the completed landfill slope (Short-term improvement item No. 1-14)

Shape of bank at unlandfilled area B-B section (Short term improvement item No. 5-18)

な消火を目指すのが良い。この目的のためには土砂運搬用のダンプ車(10トン積程度)と被覆作業を行うためのパワーショベルを少なくとも各一台ずつ各処分場に配備することが望ましい。土砂は消火用として別途確保しておく。

#### R00 ガス抜き設備の設置

埋立てられたごみは分解の過程で炭酸ガスとメタンガスを主成分とし、微量のアモニア、硫化水素、一酸化炭素を含むガスを発生する。これらの各成分の有害性は別として埋立地の場合最も問題となるのは可燃ガスが埋立層内部に滞留蓄積してそれがなんらかの機会に地表に放散され火災や爆発を引き起こすことである。発酵ガスには必ず多量の炭酸ガス(不活性)が含まれ、これが抑爆剤として作用するので可燃ガス単独の場合に比すれば爆発の危険はかなり緩和されるが、残る可能性に対してはやはり十分な対策が講じられなければならない。

可燃ガスのうち微量成分はあまり問題にならないので、可燃ガス対策はメタンガス対策と換言しても良いだろう。埋立地表面に噴出するメタンガスが引火して埋立地火災を生ずる危険があるので、これを防止するためにもガス抜き設備を埋立の進捗にあわせて設け、ごみ層内のガス滞留・蓄積を許さぬのが良い。

ガス抜き設備はスリット加工を施したパイプを埋設する程度の簡易な設備で十分に目的を達することができよう。

### 3.3.5 管理体制

管理体制の現状は Appendix 3.1 の「バンコック市清掃事業の概要」に明らかであるのでここに再述しない。

本格的な管理体制の改善のためには組織・機構の大幅な改革や法令関係の系統的な見直し・改訂が必要であり、これを短期的に実施するのは困難である。そこで抜本的な管理体制の改善については長期計画(マスタープラン)に含まれる第9章の「行政組織とサービスを改善するための勧告」に譲り、本節では現状の管理体制に伴う諸問題のうち短期的に改善が可能なもの、あるいは短期的に改善せねばならぬものについて、その改善案を提示する。

1980年度のデータをもとに調査団が推計したところによれば、同年ごみ収集対象地域の826名から家庭系・事業系ごみ合せて年間約615,000トンのごみを収集し、1,400万バーツ/年の収集料金を徴収しているが、この金額は理論上得べかりし収集料金総額の約7分の1に過ぎない。すなわち未徴収の料金が85%を超えている。この中にはスラムからのごみ収集料金や公共ごみの一部が含まれているので実際に徴収可能な料金の比率はこれを下回るが、いずれにしろ徴収可能な料金の数分の一しか徴収していないという事実には変わりはない。

受益者負担の公平化と清掃財政の健全化をはかるためにも、ごみ収集料金の徹底徴収を行うべきである。

#### I(2) 原価管理システムの導入

収益事業では投資と収益の関係は極めて明確に定量化され、それが事業運営上の判断材料となるが、収益性の無い清掃事業では投資とそれによって生ずる有形無

形の便益との関係を的確には捉えることは難しく、そのため当事者の原価意識は薄れがちである。しかし、非収益の公共事業とはいえども最少投資による最大効果を指向することは事業運営者の責務であり、そのためにはまずごみ処理コスト、コンポスト製造コストなどの正確な把握が必要である。

すなわち原価管理システムを導入し、ごみ処理コストやコンポスト製造コストの算定に当っては減価償却を含めた原価計算を行い、これらへの投資が清掃行政施策にのっとなって有効に活用されるよう管理を行ってゆく必要がある。

#### I④ 作業衣等の完全支給

作業安全と福祉の一手段として作業衣等の消耗品を、不足を生じないように支給する。特に病院ごみなど汚染のおそれのあるごみを扱う作業員に対しては着衣の消毒期間を見込んで余裕のある支給（一般作業員の1.5倍程度）を優先的に行う必要がある。一方、作業員に対しては支給品の使用を義務付け規律の遵守と住民に対するイメージアップをはかる。支給対象品としては、作業衣、作業帽、手袋、作業用長靴などが考えられる。

#### S④ 搬入ごみ全量の計量

搬入ごみ量全量の値を知ることは、ごみ処理システム運営のために不可欠の基礎データを求める事であり、この目的のためには現状のようにコンポストプラントに搬入されるごみ量を計量するだけでなく、処理処分場に持込まれるごみの全量を計量する必要がある。現在、計量器のない処分場はTung Kru だけであり、こゝに計量器（約1,000万パーツ）を設置することにより搬入ごみ量全量の計測が可能となる。

#### S④ 基礎データ及び情報の収集・集中管理・分析および活用

基礎データおよび情報は大きく二つのカテゴリーに分類できる。

ひとつは清掃事業の実績と現状を把握するための社会・経済的指標であり、これに属するものとしてごみ収集世帯数、収集量、事業系ごみの排出源と収集量、収集車台数・走行距離・ルート、作業員数と作業日数などが挙げられ、これらは更に各区分或いは時系列にわけるとよい。これらを組合せ、分析・解析することによって収集車の稼働率や収集率あるいは将来予測など清掃行政の改善や将来計画に資する情報を得ることができる。

他のひとつのカテゴリーは技術指標である。ごみ組成、コンポスト成分、環境値などがこれに当り、これらの指標はごみ処理システムの選択やオペレーション、副産物の品質管理、環境保全などの目的のために欠くことのできないデータである。収集されたデータ・情報は単に集中管理を行って清掃行政上の資料とするばかりでなく、清掃事業概要書にまとめて発刊し、当局の内外に配布して当事者および関係者の理解を深める材料とするとともに一般人に対するPR材料としても活用することが望ましい。

#### S④ 作業員研修

作業員のモラルを向上し、公務員としての基礎知識を与え、かつ清掃事業の重要性とその中に占める彼等の役割を認識させるために、運転手を含む全現場作業員を対象に短期研修コースを設置する。(Appendix 3.8 参照) 研修コースは常設とし3名程度の担当員を置いて運営する。

#### S④ シャワー設備の設置

現場作業員が作業終了後に身体を清められるようシャワーを設置する。

#### S④ 労働安全および衛生の維持

労働災害を予防し安全で衛生的な労働環境を維持するための基準・組織を整備し、教育訓練等のキャンペーンを展開する。

まず災害予防のための安全基準を設定し労働安全および衛生に関する責任体制を明確にする。安全基準に照らして現状を見直し、改善すべき点、将来にわたる課題を洗い出す。

清掃事業に携わる全職員を対象に安全衛生教育を実施し、これに係る法令等の知識を高め安全意識の向上をはかる。更に、現場にも安全訓練を導入し標準作業マニュアルおよび安全作業基準に基づく作業を指導する。

安全衛生キャンペーンは単に労働災害を防止するという狭い視野からではなく、より衛生的で快適な労働環境を実現するという大きな目的をもって展開されることが望ましい。

#### S④ 監視員の業務範囲の拡大

監視員の業務は従来、収集作業の完了状態を確認することに限られていた。

しかし清掃事業の現状を改善し、効率を高めてゆくためには監視員の監視範囲を大幅に拡大するばかりでなく、一步進んで住民に対する指導業務や住民と清掃当局間の調整、調査業務の分担など多岐にわたる機能の遂行が求められる。すなわち、従来の収集作業完了確認に加えて

- ・住民に対するごみ貯留・排出方法の指導
- ・不法投棄の監視
- ・収集車稼動状態および走行ルートの確認
- ・収集作業員のマニュアルに基づく作業の指導と監督
- ・事業系ごみ処理処分の指導と不法処理処分の監視
- ・住民苦情の実態調査および調整
- ・清掃協力会への指導、連絡調整
- ・スラム内清掃責任者への指導
- ・住民に対する広報活動の実施

などが監視員の業務範囲に取り入れられねばならない。

この様に多角的な業務を円滑に実施させるためには、まず監視員の業務マニュアルを作成し、指導監督の範囲とそれに伴う権限及び責任を明確にする必要があ

る。また、業務範囲の拡大の結果作業量が増大するので、全作業量の見直しを行い、これを十分に消化しうる監視員数を確保し、適正な配置を行うことが重要である。

#### R02 廃棄物処理・処分に関する基準の設定

ごみ排出から最終処分に至る一連のごみ処理過程において、あるステージにトラブルが生ずると処理システム全体に影響を及ぼし、円滑な清掃事業の遂行が阻害される。これを防止するためにはごみ処理の各ステージにおいて最低限維持すべき機能の基準を設定することが望ましい。

- ・ごみの保管に関して …… 大量ごみ保管時の基準
- ・収集・輸送に関して …… 収集・輸送維持管理基準
- ・中間処理に関して …… 中間処理施設の構造基準と維持管理基準
- ・埋立処分に関して …… ごみ埋立処分基準  
最終処分場の構造基準と維持管理基準

#### R03 関係当局との協調

清掃事業に限らず個々の末端行政は総合行政のポリシーを受けてこれを展開し、具体化してゆくための手段であって各末端行政は常に総合行政の中における自己の位置を認識し他行政との調和をはかりながら活動を展開してゆく事が求められている。就中、清掃事業は他行政との接点が多く、これらとの協調なしには事業展開は困難となる。例えば清掃行政の方針が厚生省の政策と無関係という事は有り得ないし収集輸送の方法は公安委員会の定める道路交通法を無視しては成り立

しかし、清掃行政にとって最も緊密な関係を持つのはBMA内部の各機関であり、これらとの協調を重点的に推進することが先決である。

- ・BMA都市計画局 …… 都市計画上のごみ処理システムの位置付けを明確にし、将来都市計画と清掃事業計画の斉合性をはかる。
- ・BMA保健局 …… 保健行政と清掃行政の調和をはかり、公衆衛生活動を協力して推進する。
- ・BMA教育庁 …… 教育を通じて生活環境維持への認識を高め、環境に関するモラルの向上をはかる。
- ・BMA下水道局 …… 河川ごみの処理、処分場の汚水処理などについて相互協力を促進する。
- ・BMA財務局 …… 収集車の整備、コンポストの品質向上や市場開拓などについて相互協力を促進する。

#### R04 ごみ排出量の抑制

ごみ排出量が減少すればごみ処理に要する費用が少なくて済み、生活環境の保全にも貢献する事は言うまでもない。

ごみには、一定量の排出が不可避な部分とある条件が満たされればごみとして排



出されなくなる部分がある。この後者の発生を極力抑えて排出量全体を減少しようとするのが排出量抑制のねらいである。排出量抑制のための第一の条件は利用価値のあるものをごみとして捨てないことである。この場合、当事者にとっての利用価値ばかりでなく社会的な利用価値も考慮する必要がある。

すなわちAにとって不用となったものでもBには必要なものであるかも知れない。しかしAの不用品がBに渡らぬ限り利用価値は生じない。したがってその有価物が目的どおりに利用されるような流通組織の存在が必要となる。後述する清掃協力会は有価物の流通機構としての機能も果たすことになろう。

第二の条件は生産者が製品のうちごみ源となる部分を極力少なくすること、またごみとして排出された製品部分のうち材料資源として再利用できるものを極力回収することである。回収は消費者の段階で行う事が望ましく、このためには清涼飲料の空缶空びん買戻し制度の様に消費者にとってもメリットのあるシステムを敷く必要がある。製品販売価格に回収費も含めるかわりに廃棄された製品の回収を製造企業の責任事項とし、消費者の協力によって節減できた回収費を消費者に還元する方法等が検討されてよい。製品の流通過程においても過剰包装や梱包材の使い捨てなど、必要以上のごみ増量につながる要素は少なくない。

第三の条件は上の第一及び第二の条件を満たせるような環境を作ることである。環境作りは主として行政当局の主導によって行う必要がある。広報活動を通じてごみ排出量抑制の意義と採るべき手法を広報普及するほか、清掃協力会の設立や育成を指導し必要に応じて助成金の交付を行う。

これら3つの条件のうち排出量抑制に直接かつ最大の効果を与えるのは第一の条件、すなわち消費者が不必要なものの受容れを拒否し、利用価値のあるものを再利用に回すという態度に徹することである。

このような意識の改革は消費者個人の単位ではなかなか実現しにくく、実現しても実効があがらない。そこで町会・自治会などの組織を利用して地域社会単位の清掃協力組織、すなわち清掃協力会を編成し、これを通じて排出量抑制のキャンペーンを展開してゆくのが効果的である。

#### S例 作業員ほう賞制度の設立

ほう賞制度は勤務成績が優秀なものや公務員として他の模範となるような者を表彰して榮譽を与え、かつ全員の士気高揚を図ろうとするもので対象は現場作業員に限らないが、昇進、昇給の機会の少ない現場作業員に対しては重点的かつ多項目のほう賞制度を設けるのが良い。例えば成績優秀な者、永年勤続者、善行者、無事故安全運転を長期間持続した者、その他の事由で推奨に値する者等が表彰の対象となろう。

#### S例 能力認定制度の導入

現場作業員から一般行政職への転身を希望する者に対しては能力認定試験の結果に基づいて職種変更が可能となる道を開く。ただし現場作業員として満足すべき一定の実績を持つ事を受験資格のひとつとする。

### S(7) トロムメル工程をBOFからBOSへ移管

コンポスト製造工程のうちBOSは第2次発酵終了までを担当し、それ以降はBOFの担当業務となっている。すなわちBOFは第2次発酵の終わったコンポストをトロムメルにかけて精選別し、包装し、貯蔵しかつ販売する。

しかし、製造機能と販売機能は分離することが望ましく、ひとつの責任部所が全製造工程を一貫して管理することによりコンポストの品質向上と安定した品質の維持および製造工程の合理化が可能となり、また、販売担当部門は販路の拡大に専念できる。このためにはトロムメルおよび包装の工程をBOFからBOSに移管しコンポスト製造に関する全ての権限と責任をBOSが負い、一方BOFは製品コンポストの販売について一切の権限と責任を持つ体制とすることが望ましい。

### S(8) 清掃行政の中央集権化

ある組織が巨大化すると、巨大ゆえに組織が所期の機能を果さなくなる。あるいは機能維持のために過大な経費を要するという事態が生じがちである。

これを防ぐために組織を各機能ごとに分断し、必要な権限を分割委譲する方法がとられ、BMAが行った地方分権化もその一法とすることができる。

しかし、地方分権化を成功させるには中央・地方それぞれの責任と権限を明確にし、中央と地方の間の緊密な意志の疎通をはかるパイプラインを確立することが必須の前提条件となる。BMAの清掃行政に限って言えばこの前提条件が十分満たされているとは言えず、また清掃行政組織自体、細分化を要するほど巨大化しているとも思われない。現在、BMA各局および各行政区はOffice of Under Secretary of State for BMAの管轄下に置かれており、BMA各局は各区およびその内部機構に対して直接的な指揮・命令の権限はなく、必要事項は各局から上記Officeを通じて区に伝達される。清掃局についても同様であり、その結果さまざまな問題が生じている。その主なものは次のとおりである。

- ・清掃局の統制力が弱化し、清掃局が区の清掃事業について改善すべき点を見出しても直接の改善指導ができない。統制力の弱化はまた清掃局の事業計画や政策を各区清掃課に実行せしめることを困難にする。
- ・収集サービスの水準が区によってまちまちとなりまた収集作業員の労働量もアンバランスである。

清掃事業のように広域な現場を持つ事業では上部から現場組織の末端まで一元化した指揮・命令系統下に置かれることが絶対に必要であり、これなしに清掃行政の義務である一定水準の清掃サービスを維持することはできない。

そこでBMAの清掃事業に関しては現在各区に所属する清掃課を区の組織から切り離して清掃局の直属とし、直接管理下に置く。清掃行政に関する権限は清掃局に集権化し、指揮・命令系統を一本化する。これにより清掃局の統制力を強化し、清掃局の統率のもとに各区間の機材・人員等の不均衡を無くし、清掃サービス水準や収集作業量のアンバランスを是正し、ひいては必要とされる一定水準の清掃サービスを維持することが可能となる。

この直轄制度に伴う当面の問題は清掃局本局の業務量の増加であるが、他面、機構の合理化によって人的な余裕が生ずるので、この人員の活用によって増加業務量は十分に消化できると思われる。

将来、清掃局機構が膨大化するにつれて再び分権化の問題が論ぜられようが、この場合も清掃局と清掃課を分離するような形の分権化であってはならず、両者が一本の指揮・命令系統で結ばれる基本形は守られねばならない。その一案として数個の清掃課を一単位として清掃支局を構成し、清掃局が清掃支局を管理し、支局が清掃課を管理する方法が考えられる。これについては第9章にて述べる。

### 3.3.6 洪水時のごみ処理対策

毎年7月から10月に至る雨期の間、バンコック市内の約20パーセントを占める広大な領域がスコールや河川の増水によって冠水する。

Fig 3.8に1980年10月現在のバンコック市の冠水状況を示す。

市の中心地帯は洪水対策用の排水ポンプによって保護されているために比較的冠水被害が少ないが市心部を除く市内東西方向に広域の冠水地帯が広がり、これらの地区におけるごみ収集を事実上不可能にしている。雨期々間中の各区のごみ収集状況(1980年)をTable 3.10に示す。比較的冠水被害の少ない地区でも部分的な道路の水没や浅冠水は随所に発生し、収集輸送作業を困難にしている。

中間処理場及び最終処分場の多くが低湿地に立地しているため、場内道路が水没し収集車が寄りつけない状態となる。また、処分場からの浸出汚水が冠水に混入し、これが場外に流出して周辺を汚染する。コンポストプラントでは屋外野積みの第二次発酵ヤードのコンポストが雨に洗われあるいは冠水に浸されて肥効成分が流失し、品質劣化を招いている。

#### I例 洪水時の生ごみ保管法

洪水期間中ごみ収集が十分に行われぬ地域では相当の長期間ごみを排出者自身が貯留する必要が生ずる。この場合、最も問題となるのは腐敗発酵しやすい厨芥の貯留であろう。厨芥は4時間程度で腐敗をはじめると言われ、これに伴い悪臭を発生した雑菌や寄生虫の繁殖を招きやすい状態となる。腐敗の進行は避け難いが、これを幾らかでも遅らせかつ腐敗物を生活環境から隔離するにはまず、腐敗性のごみをビニール袋やプラスチック容器などの気密性の高い容器に密封することである。

しかし、いかに気密性の高い容器を用いても腐敗は進行し、発酵ガスの漏れによる悪臭は防ぐことができないし雑菌や寄生虫増殖の危険は日常生活をおびやかす原因となるので、家庭内における生ごみの貯留には限度期間がある。この限度期間は温度、湿度、ごみ質などによって一定ではないが高温多湿のバンコックの環境を考えた場合、家庭内に生ごみを貯留しうる期間は5日程度であろう。したがってごみ収集が5日以上期間にわたって不可能となる洪水地帯では生ごみを家庭から隔離して貯留することが必要となる。この場合、前述(R11)の清掃協力会などの地域組織単位にごみ貯留所を設け、各家庭での貯留限度を超えた生ごみを隔離貯留する以外に方法はない。貯留所の容量はその地域のごみ排出量と収集

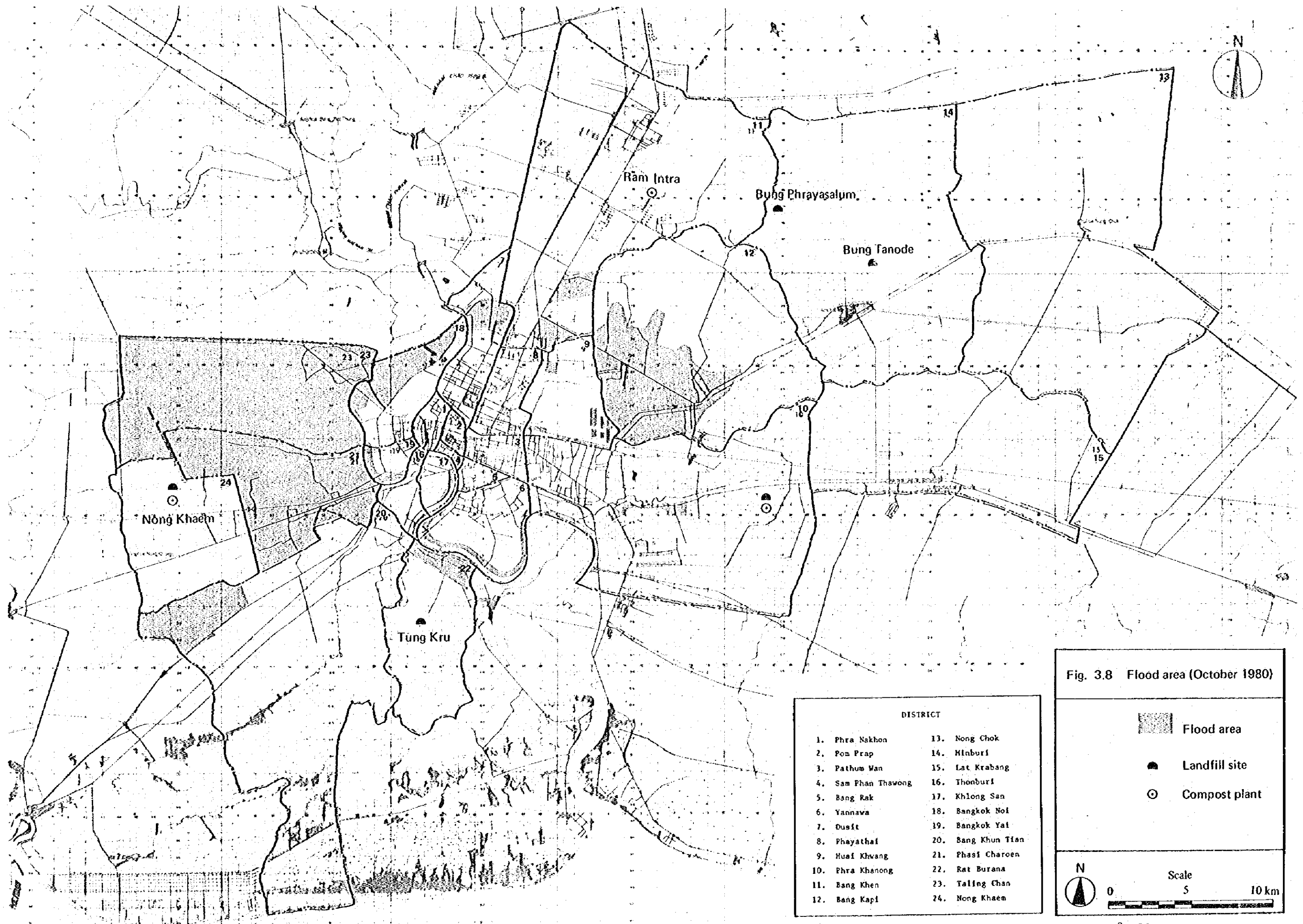


Fig. 3.8 Flood area (October 1980)



Table 3.10 Solid waste collection during floods  
(flood condition in the year 1980)

District	No Trouble with Solid Waste Collection	Unable to Collect	Unabled Period of Collection
1 Phra Nakhon	○		
2 Pom Prap	○		
3 Pathum Wan	○		
4 San Phan Thawong	○		
5 Bang Rak	○		
6 Yannawa		○	30 days
7 Dusit	○		
8 Phayathai	○		
9 Huai Khwang		○	30 days
10 Phra Khanong		○	60 days
11 Bang Khen		○	60 days
12 Bang Kapi		○	60 days
13 Nong Chok	○		
14 Minburi	○		
15 Lat Krabang	○		
16 Thonburi	○		
17 Khlong San	○		
18 Bangkok Noi	○		
19 Bangkok Yai		○	30 days
20 Bang Khun Tian	○		
21 Phasi Charoen		○	60 days
22 Rat Burana	○		
23 Taling Chan	○		
24 Nong Khaem	○		

Source: Sanitation Section of each District.

不能期間の長さによって決まる。貯留所は冠水から防護されかつごみ浸出汚水が冠水中に流出しない構造でなければならない。また、雨水を除ける屋根を設ける必要がある。地域内にあつて使用されない建物を臨時のごみ貯留所にあてる方法もあるが、ごみ貯留に際しての厳重な衛生管理を要する。

人家が散在し、かつ冠水が深いため各家庭からごみ貯留所まで生ごみを運ぶことさえ困難な地域では清掃協力会単位にボートを購入または借受けて戸別収集を行い貯留所に運搬する。収集車の走行可能な道路に近い冠水地帯ではその道路沿いにごみステーションを設け、ボートによって戸別収集されたごみあるいは各家庭から徒歩によって運ばれたごみを直接ステーションに貯留し収集車による収集を待つのが効果的である。

#### I 4 洪水地帯へのディーゼル収集車の重点配置

冠水地帯の走行あるいは激しい降雨下での走行時に最も高いひん度で発生する収集車の故障はエンジントラブルによる走行不能であり、そのエンジントラブルのほとんどは点火系統の水ぬれに起因している。ガソリンエンジンは高圧の電気火花によって燃料に点火する方式であるため、高圧火花を飛ばす電気系統がエンジン外部に取りつけられ、導線及び接続部、接点などが水をかぶると漏電や接触不良を起こしてエンジン停止に陥りやすい。この点、ディーゼルエンジンは高圧縮によって高温高圧となった空気中に燃料を噴射して着火させるいわゆる圧縮着火方式を採っているため点火用の電気系統を持つ必要がなく、それだけガソリンエンジンに比べて水に強いとすることができる。したがって洪水地帯への収集車はディーゼル車を重点的に配置するのが有効である。

#### S 4 洪水時の収集輸送続行のための諸対策

洪水時には道路事情が一変してしまふため通常時の収集輸送計画は適用できなくなる。そこで、洪水の状況に応じた臨機応変の作業計画の策定が必要となるがこのためには、まず洪水時の道路状況を的確に把握しなければならない。

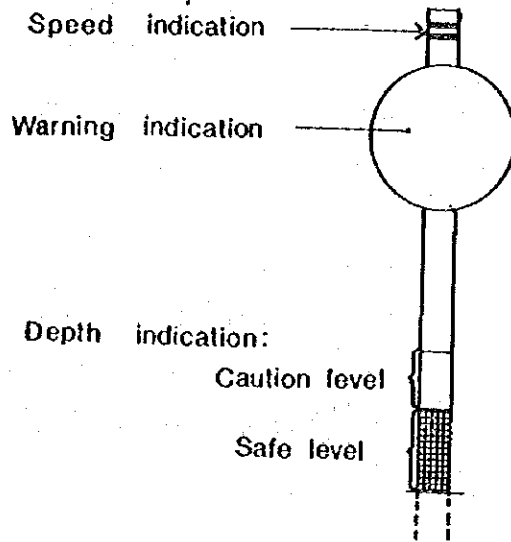
##### ・洪水時の道路状況を示すルートマップの作成

洪水の程度を3段階程度にわけ、各段階における道路冠水の状況を浅冠水地帯（収集車が緩速走行可能）、中冠水地帯（徐行走行可能）、深冠水地帯（収集車進入不能）のレベルにわけて既存のルートマップに記入する。冠水度の調査およびルートマップへの記入は収集車運転手が行い、その結果を後述の洪水時収集輸送対策本部へ提出する。冠水度調査は洪水程度の各段階毎に毎年3回以上実施し、少なくとも3年間の調査結果をもとに基礎ルートマップを作成し運転手に配布する。なお、冠水度調査は以降も毎年続行し基礎ルートマップ修正の資料とする。



##### ・道路冠水状況を示す案内標識の設置

洪水ルートマップは洪水状況を大局的に示す指針となるが道路状態の細部について表すことはできない。そこでFig 3.9に示すような案内標識を路肩にたて、冠水深度、冠水下の道路状態、進行速度などが一目でわかるよう配慮する。ただ








Fig. 3.9 Guide signs during flooding



Max Speed indication

-  less than 10 km/h
-  less than 20 km/h

Warning indication

-  Concave here
-  Convex here
-  Irregular
-  Drive to the left side of road
-  Weak shoulder
-  Road closed
-  Road surface Condition unknown



し案内標識の設置には道路管理当局、公安委員会等関係当局の承認が必要となる。

・臨時ステーションの設置

冠水地帯でかつ収集車が走行可能なところでは通常時の収集方法にこだわらず暫定的にステーション方式を採用し、車寄せできる地点を収集点(ステーション)として標識等にて明示し、排出者自身によるステーションへのごみ排出を指示する。

・舟艇によるごみ収集・輸送

I(4)にて清掃協会が行う舟艇によるごみ収集について述べたがこれとは別にI(7)にて提案した運河からのごみ収集の組織を利用して運河沿い冠水地帯のごみ収集・輸送に当らせることを検討すべきである。また、一部の深冠水地帯では運河清掃船を利用しての収集輸送も可能であろう。

・洪水時収集・輸送対策本部の設置

洪水時の収集・輸送作業を洪水の状況に応じて臨機応変に、かつ効果的に行うために、BOS内部に洪水時収集・輸送対策本部(洪水対策本部)を設置する。洪水対策本部は洪水時の基礎ルートマップを作成配布するほか、洪水時には各区と緊密な連絡をとり合って運転手からの道路状況情報、その他洪水に関する情報を収集しこれを分析してその時点で適切な収集輸送ルート、搬入先などの情報を各区に流す。各区はこれを参考に具体的な収集経路、輸送ルートを定め、運転手に指示をする。

### 3.4 短期改善案資金計画

上に提示した短期改善案を実施するのに必要な資金々額を Table 3.1.1 に示す。資金計画は次のような条件に基づいて策定した。

- i) 短期改善の実施は1982年度から1986年度までの5年間とした。  
ただし1982年度計画は一部既に実施に移されているので、ここでは1983年度以降の資金計画を示す事とした。
- ii) 単価計算は1980年度価格によった。価格変動実績あるいは変動予測に基づく修正は行っていない。
- iii) 長期計画との斉合を図り、特に深い関連を持つものには備考欄に○印を付した。
- iv) 教育、訓練、諸活動などいわゆるソフトウェアに関する費用は除外した。
- v) 「実施することが望ましい項目（R項目）」については参考として必要経費総額を備考欄に記した。
- vi) 原則として経常経費は除外した。ただし車両購入、車両点検整備など経常経費に含まれるべきものでも短期改善の柱となる項目については\*印を付してその費用を明示した。
- vii) 車両購入をはじめ1987年度以降も一定の経費を必要とする項目があるが、ここでは1986年度までの資金計画に限定した。

Table 3.11 Fund program for short-term improvement plan

(Unit: 1,000 Baht)

(1/3)

Code	Expense items	1983	1984	1985	1986	Remarks
S(7)	Purchase of road cleaning trucks	-	4,210	-	-	2 units
I(7)	Boats for solid waste collection from Khlongs	320	320	320	320	4 boats every year
R(3)	Purchase of mechanical river cleaning boats	---	---	---	---	5,620/2 boats
S(9)	Purchase of collection trucks	16,800* (27 units)	19,900* (32 units)	19,300* (31 units)	19,900* (32 units)	○
S(9)	Purchase of spare trucks	7,200* (36 units)	1,600* ( 8 units)	1,600* ( 8 units)	1,600* ( 8 units)	○
R(4)	Installation of auxiliary loading equipment	---	---	---	---	14,000 (150 sets)
S(11)	Installation of maintenance and minor repair facilities for each district	6,600 (4 districts)	9,300 (5 districts)	10,600 (5 districts)	26,600 (10 districts)	○
S(11)	Periodic inspection and maintenance of collection trucks	3,370*	3,370*	3,370*	3,370*	500 units every year
S(10)	Stock control of spare parts for collection trucks	7,800	7,800	7,800	7,800	Spare parts for 500 trucks every year
S(12)	Roofing of secondary fermentation yard	10,200 (Nong Khaem)	20,000 (On-Nooch)	20,000 (On-Nooch)	20,000 (Ram Intra)	○

(Cont'd) (2/3)

(Unit: 1,000 Baht)

Code	Expense items	1983	1984	1985	1986	Remarks
S(14)	Installation of trommels (incl. buildings)	-	18,500 (On-Nooch)	18,500 (On-Nooch)	13,000 (Ram Intra)	○
S(16)	Installation of auxiliary burner to incinerator	-	5,000 (2 plants)	5,000 (2 plants)	-	
R(8)	Introduction of exclusive-use incinerator for hospital waste	---	---	---	---	18,000
I(14)	Purchase of bulldozers	2,600	-	-	-	2 units
I(15)	Installation of leachate circulating spray system	350	300	100	100	○
S(18)	Expense related to sectional landfill	-	-	27,000 (On-Nooch)	27,000	Cost for pre-embankment sectional landfill will be borne by ordinary expenditure
R(11)	Planting and seeding	---	---	---	---	230
R(10)	Purchase of fire-fighting equipment	---	---	---	---	2,350/7 units
R(11)	Installation of gas breeding facilities	---	---	---	---	45
I(17)	Purchase of insecticide and disinfection trucks	300	300	300	300	Insecticide
		360	360	-	-	Each one unit of disinfection truck

(Cont'd) (3/3)

(Unit: 1,000 Baht)

Code	Expense items	1983	1984	1985	1986	Remarks
I(22)	Complete supply of work clothes and other outfits	5,000	5,000	5,000	5,000	
S(19)	Purchase of solid waste weigh-bridge	10,000	-	-	-	
S(20)	Analysis of solid waste composition	50	50	50	50	
S(20)	Compost test	100	100	100	100	Twice a year
S(20)	Measurement of environment pollution items	15	15	15	15	Twice a year
S(21)	Installation of training facilities	5,200	-	-	-	
S(22)	Installation of shower facilities	700	700	700	700	At 5 places every year
S(29)	Preparation of route map	8,000	7,500	7,500	9,150	
S(29)	Installation of guide signs	600	600	-	-	2,500 signs every year
	<b>Total</b>	<b>85,565</b>	<b>104,925</b>	<b>127,255</b>	<b>135,005</b>	<b>452,750 (Excluding R items)</b>

Note: Collection trucks purchase cost is counted in cost estimation of Master Plan also.

R-items are recommended to be implemented in any --- marked year.

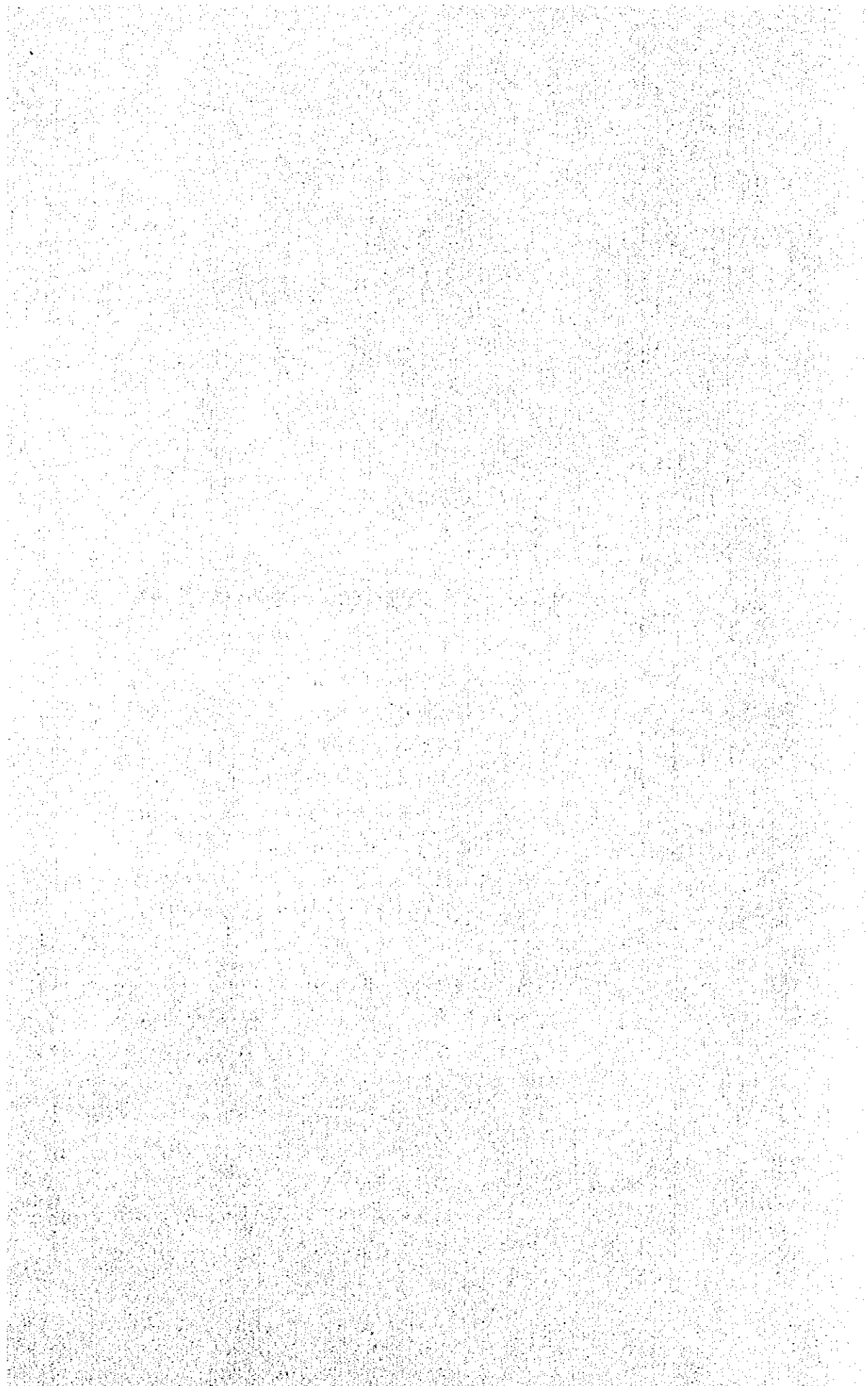
Items which have a particularly close relationship with the long-term plan (Master Plan) have a "O" mark in the column of remarks.

Items such as vehicle purchase expense and vehicle inspection and repair expense which are normally included in the operating expenses but are main subjects of the short-term improvement are shown with an "\*" mark.

R items	40,245
<b>Grand total</b>	<b>492,995</b>

## 第4章 ごみ処理システム基本計画代替案

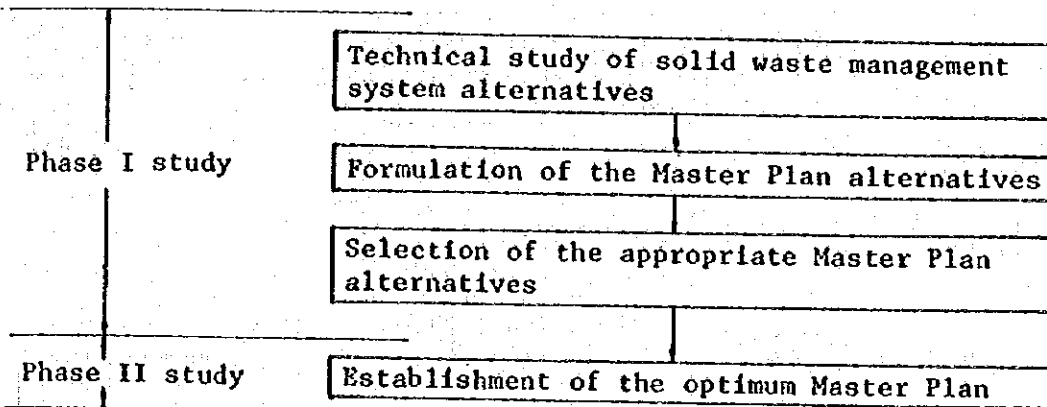
	ページ
4.1 作業方法 .....	4-1
4.2 収集輸送システム .....	4-4
4.2.1 収集輸送技術調査 .....	4-4
4.2.2 収集輸送システム選択案 .....	4-4
4.2.3 車両数および作業員数 .....	4-8
4.2.4 収集輸送費用 .....	4-11
4.3 中間処理システム .....	4-12
4.3.1 前    文 .....	4-12
4.3.2 中間処理システムの基本計画代替案 .....	4-12
4.3.3 中間処理費用 .....	4-23
4.4 最終処分システム .....	4-24
4.4.1 前    文 .....	4-24
4.4.2 最終処分システム基本計画代替案 .....	4-25
4.4.3 最終処分コスト .....	4-36
4.5 ごみ処理システム基本計画選択案 .....	4-39
4.5.1 処理システム基本計画代替案の作成 .....	4-39
4.5.2 処理施設配置計画 .....	4-39
4.5.3 収集輸送システムシュミレーション .....	4-43
4.5.4 基本計画選択案の選定 .....	4-60



## 第4章 ごみ処理システム基本計画代替案

### 4.1 作業方法

本章で述べる内容は、将来のバンコック市において適用されるべきごみ処理システムの基本計画最適案 (the optimum Master Plan) を策定する過程に位置する代替処理システム技術調査の実施、基本計画代替案 (Master Plan alternatives) および基本計画選択案 (the appropriate Master Plan alternatives) の提示である。このプロセスの概要を次図に示す。



基本計画選択案の提示までは、フェーズⅠ作業の中で、また、基本計画最適案の策定はフェーズⅡ作業で行う。

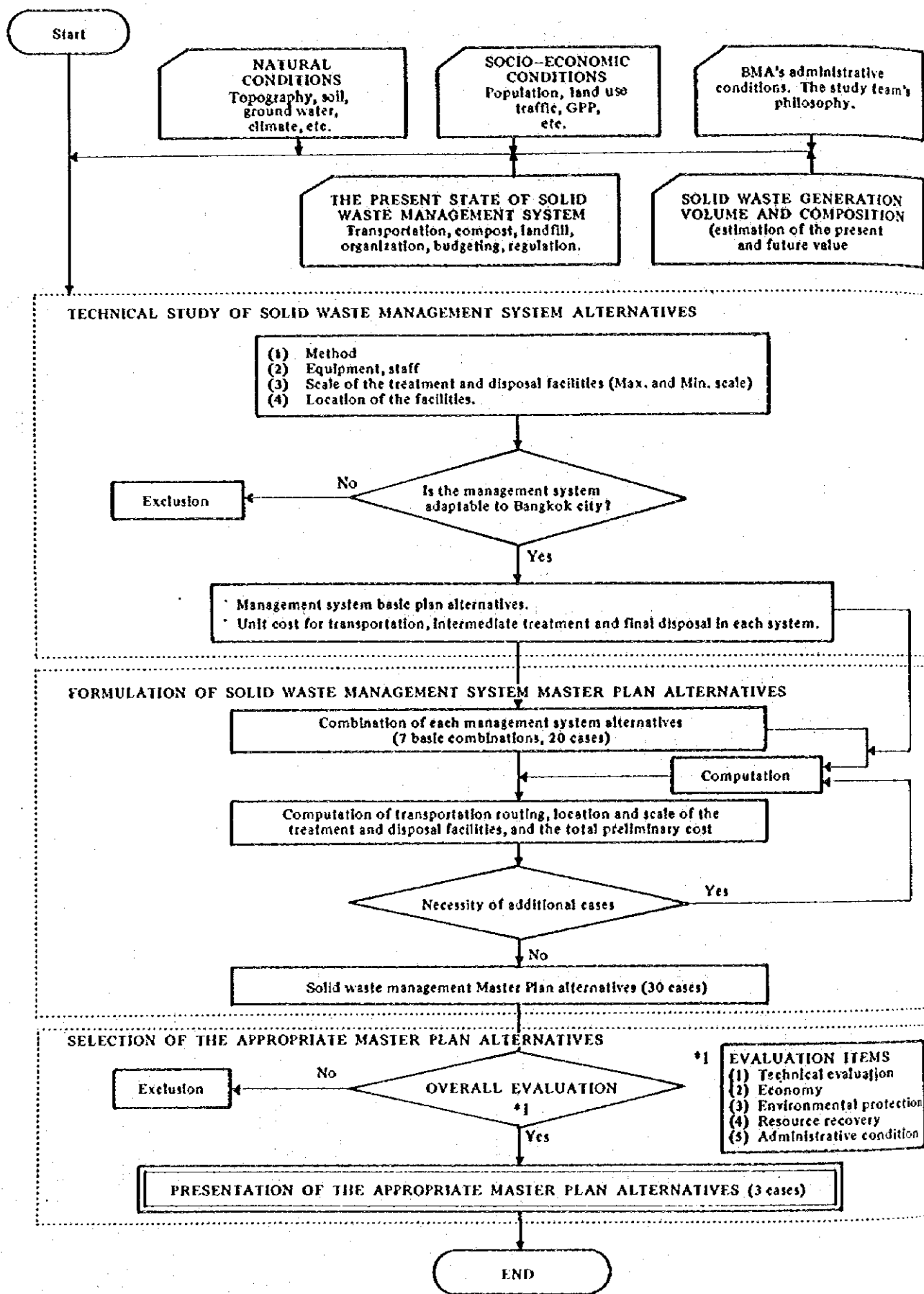
本調査は、4つの基本目標、ごみの全量収集、ごみの全量処理、信頼性の高いごみ処理システムの確保、市民協力の促進の実現に向けて進めていることは前述したとおりである。ここでは、この基本目標に加えて、より具体的な経済性、環境保全（公衆衛生の維持向上を含む）、資源再利用の促進、BMAにおける行政事情の勘案という4つの計画策定指針を立てて基本計画選択案の提示作業を進める。またこれらの指針は作業成果を評価するときにも評価項目として活用することにする。

本章は、前掲図中のフェーズⅠ作業について記述してある。最初の作業は代替処理システムの技術調査である。この技術調査は、今までに調査した多くのデータをふまえて、収集・輸送・中間処理・最終処分の4つのシステムについて技術の適用性を始めとする基本計画代替案作成に必要な項目を調査するものである。調査結果は、各システム毎に評価され、将来のバンコック市において適用が望ましいシステム代替案を選定し、その単価（投資費用、運転費用、維持管理費用）を概算し、その結果を各システムごとに提示する。

次の作業は処理システム基本計画代替案の作成である。この作成は電算機を使用して行う。電算機にあらかじめ作成した7タイプ20ケースの基本的な処理形態の組合せと、その他の必要な情報をインプットし、総コストがミニマムとなるような輸送のルーティングと施設のロケーションを演算させる。20ケースのうち有力案については人力条件を変えて追加ケースとして演算を行い、より充実した基本計画代替案を作成する。基本計画代替案は約30ケース作成する。



Fig. 4.1 Process flow-chart: formulation of the Master Plan alternatives



最後の作業は、基本計画代替案を評価して、基本計画選択案を選定する。評価要因( factor )は計画策定指針である経済性、環境保全、資源再利用、行政事情を採用して行う。これらに各案をより総合的に評価できる評価要因として技術的見地を加えて評価し、三つの基本計画選択案を選定する。これらの案には概算の総費用を計上すると共に、システムフローとごみ処理バランスシート、ごみ搬入先と施設配置図などを作成する。参考として以上述べた本章のプロセスを Fig.4.1 に示す。

## 4.2 収集・輸送システム

### 4.2.1 収集・輸送技術調査

ごみの貯留、収集、輸送は、生活環境からごみを速やかに取り除き、公衆衛生の維持に貢献するという意味で、ごみ処理システムの最も重要な要素である。

現在使われている各種の技術についてその特徴を Appendix 4.1～4.3 に掲げた。いろいろ機械化された技術の導入も考えられるが、収集・輸送の本流は人手と自動車の組合せである。次節で、自動車を基本に据えた収集・輸送システム代替案を提示する。

### 4.2.2 収集・輸送システム代替案

#### (1) 収 集

将来のごみ性状予測結果を検討すると、性状別に中間処理技術を変えて適用する必要はないことがわかる。したがって、費用の増加を招く分別収集は避けて、現行どおり、混合収集とする。

#### 1) 排出源別収集方法

##### a. 一般住宅、小商店等少量排出戸からのごみ収集

###### (貯留)

蓋付容器(20～100L、プラスチック製または金属製)、ポリ袋、紙袋を使用する。(ポリ袋、紙袋は商品包装不要品の利用による。ただし紙袋にはぬれたごみを入れないこと。また、雨の日には使用しないこと。)

###### (収集方式) ステーション収集

原則として収集車の収集経路沿いにステーションを設ける。収集車の入りこめない細い道沿いに家が多くある場合は、細い道沿いにステーションを設定し、作業員がステーションから大通りの収集車まで push cart を使ってごみを選び出す。

###### (器材) 中型コンパクト

積み込み効率の向上、積載比重量の向上、作業員の重労働、危険作業からの解放のためには積み込み装置付きの車(コンパクト)が良い。

現在、BMA 所有収集車の約3分の1はコンパクトであり、そのすべてが中型車(7.5 m<sup>3</sup>)である。予備品の調達と標準化、一車収集量と機動性を総合的に判断して、現行に準じた中型車を今後も採用してゆく。

###### (収集頻度) 週3回

##### b. 集合住宅 (flat, apartment house 等)

###### (貯留および収集方式)

場合によって次の3つを使い分ける。

- ・輸送コンテナ方式、または定置コンテナ方式  
排出者はいつでもコンテナにごみを投入できる。
- ・ステーション収集  
敷地内にごみ容器置場を指定する。
- ・シュート方式  
各棟にシュートを設け、シュート下に車輪付小型コンテナを置く。この小型コンテナは、自動積込装置付コンパクタに合うように設計されること、また落下によるごみの破壊、飛散を防止するようにシュートと小型コンテナを設計する必要がある。さらに、集合住宅の管理人は、小型コンテナがごみであふれないうちに、こまめに別の空コンテナとシュート下の満杯の小型コンテナを取り替えておく必要がある。  
ごみを満杯にした小型コンテナは敷地内の集積所に移動し、蓋をかぶせておく。収集車は集積所で小型コンテナからごみを収集してゆく。

(器材) コンテナ・ローダーと大型コンテナ(輸送コンテナ方式の場合)  
クレーン付コンパクタまたはクレーン付ダンプ車(定置コンテナ方式の場合)  
コンパクタ(ステーション収集の場合)  
自動積込装置付コンパクタまたはクレーン付コンパクタ(シュート方式の場合)

(収集ひん度) 週3回

#### c. 大量排出戸(大型マーケット、大型店舗、サンデーマーケット、大規模建築物)

(貯留および収集方式)

大量排出戸には、建物、敷地の状況、排出量を考慮して、できるだけ輸送コンテナ方式の導入を図る。

輸送コンテナ方式の導入が無理である場合は、小型容器(プラスチック製または金属製、60L前後)により貯留し、敷地内に容器置場を設け、ここに小型容器を保管しておく。できれば、この容器置場まで収集車が入り込めるようにする。このようにできない場合は、道路沿いにステーションを指定し、ステーション収集を実施する。

オフィス・ビル等で紙類がごみのほとんどを占める場合は、キャリー付布製の袋にごみを貯めておくこともいい方法である。

また、事情が許せば、ダストドラム等の自動排出機構付貯留をビル建設時に組み込むのも良い。

(器材)

コンテナ・ローダーと大型コンテナ(輸送コンテナ方式の場合)  
コンパクタ(容器貯留またはダスト・ドラムの場合)  
ダンプ車(キャリー付布製袋の場合)

(収集ひん度) 週3回以上(排出量に応じて決める。)

(その他)

マーケットごみはコンポスト処理に適し、また、まとまって排出されるので、マーケットごみだけを収集してコンポスト工場に運ぶのが良い。

d. その他

(病院) 病院ごみは大別して次の二つに分類できる。

(1) 汚物および危険物

術後汚物、使用済ガーゼ、病原菌で汚染されている可能性のある物質、注射針、アンプル、ガラス破片、薬剤等。

(2) 一般雑芥

事務用紙、厨房厨芥等病原菌による汚染の恐れのない物質

上記の(1)および(2)のごみは別々に保管する。汚物および危険物は黒色の厚手のビニール袋に入れて保管し排出する。病院(小規模医院を含む)は組合を作って、自らまたは業者委託により、(1)と(2)のごみを別々に収集する。器材は水密型蓋付ダンプ車を用い、ごみの破壊、汚染ごみの飛散を防ぐようにする。収集したごみは、組合が運営する処理場または良く管理された処理業者の処理場で焼却処理する。焼却残灰は組合が用意する埋立処分場内または契約処理業者の埋立処分場内に埋立てる。資金力のある大病院は、自己敷地内における焼却処理を推進する。残灰は、組合の埋立処分場に運搬する。

しかし、当面の対応として、病院側の自己処理態勢が整備されるまでの間、行政側が収集から処分まですべて受け持ち、短期改善案に示したように、BOSが小型の専用焼却炉を用意し、焼却処理してゆく。

(水路利用によるごみ収集)

陸路からの接近は不便であるが水路からの接近は比較的容易であるような場所のごみは、船外機付小型船に60L前後のポリ容器を数個積んで、クローン沿いに収集してまわる(ステーション収集を原則とするが、ステーションの設置が不可能な場合は戸別収集する)。適切に選定された揚陸地点(コンパクタが入り込める所、またはそこに近い所)で満杯のポリ容器を陸揚げする。ポリ容器には蓋をしておく。

揚陸地点は、収集車の移動経路に組み入れ、コンパクタによりポリ容器からごみを収集する。空になったポリ容器はコンパクタに積んで、小型収集船の所属事務所に戻し、次回(翌日)、再び小型船に積込んで、クローン沿いごみ収集に利用される。

ii) 事業主体

清掃局 Garbage Collection Division は、郊外区を除く区のマーケットを収集し、その他のごみは各区に配置された清掃事務所が収集する。

### iii) 作業日数

日曜と祭日を除く 298 日を年間作業日とする。ただし、マーケット、繁華街等は休日も収集する。

### iv) 作業班構成

中型コンパクトの場合、運転手 1 人、収集作業員 3 人の作業班を編成する。輸送コンテナ収集および定置コンテナ収集の場合は、運転手 1 人に作業員 1 人の作業班を編成する。

## (2) 輸送

輸送は収集車による直送と中継輸送の二案を用意する。

### i) 中継輸送

中継施設として、チャオプラヤ川沿いの陸一川中継施設と、市街地内の陸一陸中継施設の二種類を案として用意する。

#### a. 施設規模、必要敷地面積、建設費、維持管理費

施設規模は大量輸送によるメリットを生かすためには、できるだけ大きい方がよいが、近隣 (5~10 km 圏) の収集量を考慮して選定しなければならない。施設規模、必要敷地面積、建設費、維持管理費を次表に示す。

	施設規模 (t/d)	必要敷地面積 (m <sup>2</sup> /t·d)	建設費 (Baht/t·d)	維持管理費 (Baht/t)
陸一川	200~600	10	30,000	10
陸一陸	150~200	5	150,000	45

#### b. 中継輸送器材

船舶は、100 t~200 t のばら積みとする。

車両は、大型コンテナ車 (10 t、20 m<sup>3</sup>) とする。

## (3) その他

### i) 道路清掃

道路の種類に応じて、機械清掃と人力清掃を使い分ける。

機械清掃は、道路上の比較的大きなごみ (木片、石等) を捨集めるためのダンプ車と、ブラシと吸引口を装備した道路清掃車と路面洗浄車 (散水車) の組み合わせで行う。

清掃回数は週 1 回から月 2 回を目安とする。

人力清掃は清掃員がほうきとちりとりを持って行う。集めたごみは適所に配置された小型コンテナ (500 L 程度) に投入する。このコンテナは常時道路上に置く。小型コンテナ積込みクレーン付コンパクトがこのコンテナ中のごみを収集してまわる。

## ii) 運河清掃

機械作業船の入れる大運河は機械作業船により機械清掃し、中小運河は小型船に乗り込んだ作業員が手かき、棒、網等を使って清掃する。

集めたごみと水草は、適当な空地（土手等）に積み上げ数日間天日乾燥後、10t水密型ダンプ車で埋立地へ運ぶ。

清掃ひん度は月1回から2回とする。

## iii) 焼却残灰輸送

焼却工場から出る焼却残灰は、10t水密型ダンプ車で埋立地または埋立を希望する地主の土地（湿地等）へ運ぶ。

## iv) 車庫

将来、収集車台数の増加とともに、現在の区役所の敷地では全収集車を駐車させることは、都心区の場合むずかしくなってくるであろう。このため、主として都心ないしその近隣区の収集車の車両基地（車庫）を設ける必要がある。

都心に近い場所か中間処理施設建設候補地に車庫を設ける。

### 4.2.3 車両数および作業員数

ここでは、車両数および作業員数の求め方を述べる。台数計算は5章で行う。

#### (1) 車両数等

##### i) 中型コンパクタ

コンパクタによる収集輸送作業をモデル化し、一車一日収集運搬量を収集区域（たとえば区）毎に求める。計画収集量と一車一日収集運搬量とから、コンパクタ必要台数が求まる。

一車一日収集量を求める式を次に示す（モデルの詳細と式の導出については、Appendix 4.4を参照）。

$$Q = \frac{q(T - T_0)}{q\left(\frac{1000}{60}E_l + E_m\right) + (448L - 358 + td)} \quad (4.2-1)$$

ここに	Q	: 一車一日収集運搬量	(t/d·vehicle)
	q	: 一回の運搬で運ぶ量〔28〕	(t/trip·vehicle)
	E <sub>l</sub>	: 積込効率〔20〕	(s/kg)
	E <sub>m</sub>	: 移動係数〔4～15〕	(min/t)
	L	: 片道輸送距離	(km)
	td	: 輸送先における荷卸し時間〔10〕	(min)
	T	: 総作業時間〔540〕	(min/d)
	T <sub>0</sub>	: 休憩、昼食、準備作業、整理作業 等に要する時間〔90〕	(min/d)

(注):〔〕内数字は、変数に代入すべき具体的数値を示す。

必要台数は次式で求める。

$$N = G / Q \quad (4.2-2)$$

ここに  $N$  : 必要台数 (vehicle)

$G$  : 作業日当り計画収集量 (t/d)

(2.2.3で計画された収集量を週の作業日数、収集ひん度を考慮して修正して求められる。)

## ii) コンテナ・ローダー車

輸送コンテナ方式におけるコンテナ・ローダー台数は、(4.2-1)式を修正して得られる次の(4.2-3)式により求まる一車一日収集運搬量を、(4.2-2)式に代入して求める。

$$G = \frac{q(T - T_0)}{t_e + (4.48L - 3.58 + td)} \quad (4.2-3)$$

ここに、 $G$  : 一車一日収集運搬量 (t/d·vehicle)

$q$  : コンテナごみ量 (2) (t/container)

$t_e$  : 収集地における空コンテナと満杯コン

テナとの交換作業時間 (15) (min)

$L, T, T_0, td$  : (4.2-1)式に同じ。

(注) : ( )内数字は、変数に代入すべき数値を示す。

## iii) 道路機械清掃車

清掃道路延長を清掃ひん度で除し、一日清掃作業距離を求める。一日清掃作業距離を作業効率で除して、道路清掃車の必要台数を求める。清掃ひん度は、6車線以上の道路の場合週1回、4車線道路の場合月2回とする。作業効率は、パンコック市および他都市の例を参考にして、10km/d·vehicleとする。

また、人力清掃で集めた道路ごみを収集輸送するための小型コンテナ積込用クレーン付コンパクトは、一区に一台用意する。

## iv) 運河清掃船と運河ごみ運搬車

道路清掃と同様に、清掃運河延長、清掃ひん度、作業効率とから清掃船台数を求める。機械作業船で清掃する大運河の清掃ひん度は週1回とする。小型船に乗って手作業清掃する中小運河の清掃ひん度は、月2ないし1回とする。機械作業船の作業効率は5km/d·boatとする。小型船手作業の作業効率は、120m/d·boatとする。

船で集めた運河ごみの運搬車は、一区に一台用意する。

## v) 残灰運搬車

焼却工場からの灰発生量と車両積載量、灰の埋立地までの距離、一日作業時間等から一車一日運搬量を求める。試算の結果、片道運搬距離20km程度の場合それは30t/d·vehicleであった。焼却工場からの灰発生量を一車一日運搬量で除して、残灰運搬車の必要台数が求まる。



#### VI) 予備車

現在、収集車の故障率は18%である。将来、車両故障率は、整備の強化、新車との代替により、5%以下の水準に下がるものと期待できる。故障率を前提にして予備車配備率を現在は必要台数の18%とし、将来は漸減させ、2000年には5%に設定する。

コンパクトの予備車としては、汎用性を考えて、10<sup>m</sup>ダンプ車を採用する(コンパクト以外の清掃車両の予備車は、その車両の車種を用意する。)

#### (2) 収集作業員数

##### i) コンパクトおよびコンテナ・ローダ作業員

(1) i) で求めた必要車両数に作業班構成員を乗じて、運転手と作業員の基礎人員数を求める。作業班構成員は、現在、コンパクト1台に運転手1人と収集作業員4人の構成になっているが、収集作業員の数を将来は漸減し、2000年には4.22 (1) iv) に示すように3人とする。病欠、年次休暇等の休みを考慮して計画人員数は必要人員数の15%増しとする。

##### ii) 道路機械清掃員

ダンプ車、道路清掃車、路面洗浄車とも運転手は1台に1人とする。ダンプ車と路面洗浄車の場合、運転手のほかに作業員1人を添乗させる。この作業班編成に、(1) iii) で求めた必要車両数を乗じ、さらに、(2) i) と同様に余裕15%を見込んで道路機械清掃計画人員数を求める。

##### iii) 道路人力清掃員

市中心区とその近隣区は、すでに市街化がかなり進んでおり、道路清掃員数を将来増す必要はないと考えられるので、これらの区の道路清掃員数は現行水準とする。これから市街化が大きく進む区の道路清掃員数は、市街化区域の増加倍率と人口増加倍率等を参考にして計画決定する。

人力清掃により集めた道路ごみの収集運搬作業員(小型コンテナ積込用クレーン付ごみ収集車乗組員)は、1台につき運転手1人、作業員1人を割り当て、(1) iii) で決定された必要台数から求める。

##### iv) 河川清掃員

機械作業船乗組員は1隻につき5人とする。小型船清掃作業員は1隻につき3人とする。陸揚げされた河川ごみの収集輸送作業員は、ダンプ車1台につき運転手も含めて20人とする。

これらの作業班編成に(1) iv) で求めた必要船数、車両数を乗じ、さらに余裕を15%見込んで、河川清掃計画作業員数を求める。

##### v) 残灰運搬車乗組員

残灰運搬車1台につき運転手1人を割り当て、(1) v) で求められる必要車両数から残灰運搬車乗組員基礎数を計算する。(2) i) と同様に余裕を15%見込んで、残灰運搬車計画乗組員数を決定する。

#### 4.2.4 収集輸送費用

ここでは、収集輸送費用の求め方を述べる。収集輸送費用計算は4.5で行う。費用は次の二つに分類し、モデルを作成して求める。

- ・収集車両関連費用
  - 1) 車両維持管理費(オイル、タイヤ、部品)
  - 2) 車両購入費
  - 3) 燃料
- ・作業員人件費
  - 1) 収集車運転手
  - 2) 収集作業員

その結果、次の算用算出式を得た(式の導出過程については、Appendix 4.5参照)。

$$C_{unit} = 1.32 + \frac{190}{H \cdot L} \quad (4.2-4)$$

ここに、 $C_{unit}$  : トンキロ当り収集輸送費用(総収集輸送費用を、総走行トン・キロで除して求まる単位費用) (Baht / t·km)

H : 1台1日当り運搬回数 (trip/d·vehicle)

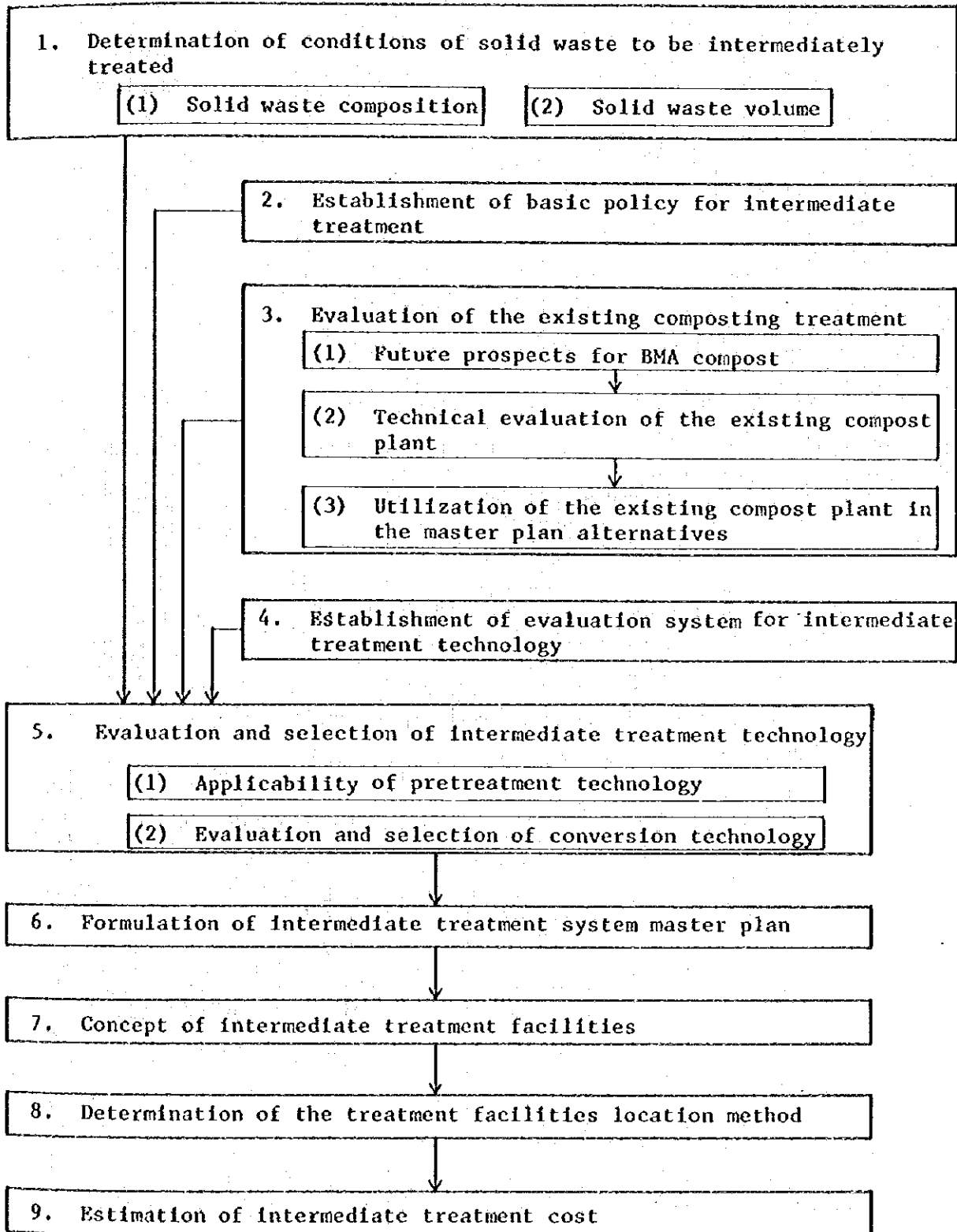
L : 1回の運搬当りの走行距離 (km / trip)

Table 4.1 Outline and features of intermediate treatment methods

Intermediate Treatment		Recovered Material	Outline	Advantages and Disadvantages	Type of Resource Recovery
(Solid waste generation) Solid waste collection Transportation Pretreatment (The Front End System) Pulverization Shearing Impaction Friction Compression Compound Compression (High pressure type)	Conversion Treatment (The Back End System) Incineration (Stoker incinerator Fluidized bed incinerator Rotary incinerator)	Steam Hot water	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Combustibles in solid waste are incinerated through reaction with oxygen in the air and converted into exhaust gas and stable volume-reduced solid residue.</li> <li>2. Stoker incinerator is reliable equipment having the longest history of the use.</li> <li>3. Fluidized bed incinerator has been recently brought to practical use as an intermediate treatment technique.</li> <li>4. Rotary incinerator is usually used in combination with stoker incinerator. Use of rotary kiln alone is very rare.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. The trend for increased amounts of plastics in solid waste and intensification of restriction against pollution have invited a tendency of increase of construction and operation costs of incineration facilities so as to eliminate possible sources of pollution from incineration facilities.</li> <li>2. In the case of large mechanical incinerators with a capacity of 150 ton/day or more, attachment of waste heat boiler enables effective resource recovery, with which power generation by steam turbine or steam supply is realized. (If low calorific value of solid waste reaches to 1,000 kcal/kg, self-sustenance of electric power is realizable.)</li> <li>3. Fluidized bed incinerator requires larger power consumption than stoker incinerator as it necessitates pulverization of solid waste (pretreatment) prior to incineration.</li> </ol>	Direct Energy Recovery
	Pyrolysis Internal heat type fluidized bed reactor one-bed pyrolysis system and two-bed pyrolysis system External heat type vertical reactor	Fuel gas Fuel oil	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Solid waste is heated up to high temperature in oxygen-less or low-oxygen atmosphere and decomposed into combustible gas, oil and char containing incombustibles.</li> <li>2. This method aims at resource recovery and suppression of pollution caused by intermediate treatment but is presently under development or partly in actual use.</li> <li>3. Technical development of pyrolysis method by internal heat type vertical reactor and rotary kiln reactor attempted in USA has ended in failure.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pyrolysis method requires pulverization of solid waste (pretreatment) prior to incineration, therefore much larger power consumption than stoker incinerator is needed.</li> <li>2. If solid waste low calorific value (Hu) cannot reach to approximately 1,500 kcal/kg, electric power self-sustaining system by energy of solid waste alone cannot be realized. (When Hu of solid waste exceeds about 1,500 kcal/kg, surplus fuel can be obtained.)</li> <li>3. Quantity of air-pollutive substance in combustion exhaust gas containing combustion gas of recovered fuel in this method is less than that of incineration method.</li> <li>4. External heat type vertical reactor is inferior in reducing the treated residue.</li> <li>5. Construction and operation costs of the facilities for this method are higher than that for incineration facilities.</li> </ol>	Recovery of Stable and Transportable Energy
	Slagging Pyrolysis Slag Fusion High temperature slag fusion furnace	Fuel gas Slag	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. By shaft furnace, combustibles in solid waste are converted into gas through pyrolysis and the incombustibles are converted into slag.</li> <li>2. This method aims suppression of pollution caused by intermediate treatment of solid waste and saving of landfill area. The method is presently being used to determine its practicality.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Preparatory pulverization of solid waste is not needed but use of auxiliary materials such as heavy oil, oxygen, coke, L.P.G, etc., in large volume is required. If solid waste low calorific value (Hu) is less than approx. 2,000 kcal/kg, electric power self-sustaining system by solid waste energy alone cannot be realized.</li> <li>2. Quantity of air-pollutive substance in combustion exhaust gas containing combustion gas of recovered fuel gas (approx. 500 - 1,500 kcal/kg) in this method is less than that of incineration method.</li> <li>3. Construction and operation costs of the facilities for this method are higher than that for incineration facilities.</li> </ol>	Recovery of Stable and Transportable Energy
	Methanation (Conversion to methane) Anaerobic fermentation	Fuel gas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Methane gas is collected as fuel through anaerobic fermentation of organic materials contained in solid waste.</li> <li>2. This system is presently under development.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. For adoption of this system, separated collection of garbage is an indispensable requirement.</li> <li>2. Unsuitable waste to this method and residue remained after the treatment (fermentation) have to be disposed of in the other method. Different from thermal treatment methods mentioned above, this is not complete system by itself.</li> </ol>	Conversion Recovery
	Composting (Aerobic fermentation)	City compost	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. City compost is produced from solid waste through aerobic fermentation of organic component in solid waste.</li> <li>2. Like incineration, composting is practical intermediate treatment method which has a long experience history.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. The following conditions shall be satisfied for adoption of composting method:                          i) Thoroughly separated collection of garbage and the other solid waste can be implemented.                          ii) Marketability of compost has potential.</li> <li>2. Unsuitable waste for composting must be disposed of by another method; therefore this is not a complete system by itself.</li> </ol>	Conversion Recovery
	Feeding (Conversion to feed)	Animal feed	Processing food waste and garbage contained in business waste, proteinic feed is extracted from solid waste.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Waste from food industry, remains of restaurants and lunch suppliers, etc., are the materials to be treated.</li> <li>2. Mixing of heavy metals and other toxic substances into feed shall be carefully prevented.</li> </ol>	Extraction Recovery
		Landfill material	This method aims to raise transportation and landfill efficiencies by reduction of solid waste volume through compression.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. In the case of common waste, the compressed solid waste has to be baled with metal net and asphalt so as to prevent expansion in volume and leakage of leachate.</li> <li>2. Volume reduction by this method is one fourth, which is similar to the reduction rate of raw waste being placed in landfill for about 5 years.</li> </ol>	Extraction Recovery
		Refuse derived fuel	Solid waste is used as solid fuel for combustion facilities other than incinerator. Some cases of application of this method are seen in steam power stations where solid waste is mixed into coal for combustion.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. The existing facilities have to be so designed to enable solid waste combustion.</li> <li>2. Installation of solid waste pulverizing equipment is required.</li> </ol>	Extraction Recovery
		Ferrous metal Non-ferrous metal Glass Paper Plastics	Reutilizable materials are retrieved from solid waste through manual or mechanical selection. This aims at reducing solid waste volume to be intermediately treated and finally disposed of.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mechanical selection method has a limit in its efficiency to selectively collect material in desired types and quality.</li> <li>2. Manual selection is the most reliable method but has the disadvantage of its working environment.</li> </ol>	Extraction Recovery



Fig. 4.2 Flow for formulation of intermediate treatment system Master Plan alternatives



### 4.3 中間処理システム

#### 4.3.1 概 要

##### (1) 中間処理の特徴

ごみの中間処理とは、収集されたごみを自然環境に放出する前に、何らかの物理的・化学的および生物学的操作をごみに加えて、ごみを無害化・安定化・減容化および資源化することである。そして通常中間処理は、さらに前処理（前端システム）と変換処理（後端システム）の二過程に分割して考察される。

従来ごみの中間処理には、焼却とコンポスティングの両技術が使用されてきた。しかし近年環境保全と資源節約という社会的要請を受けて、ごみの資源化を主目的とする新しい中間処理技術の開発が進められているが、現在のところなお開発段階にあるものと判断される。

Table 4.1に中間処理技術の種類とその特徴を示す。

焼却とコンポスト技術の意義と特徴を更にくわしく Appendix 4.6 と 4.7 に示す。

中間処理基本計画代替案の設定作業は、Fig. 4.2 に示すフローにしたがって行なった。なお、このフロー図に示す 1～5 の事項に関する詳細な調査内容を、Appendix 4.8 に示す。

#### 4.3.2 中間処理システムの基本計画代替案

##### (1) 基本計画代替案の設定

Appendix 4.6～4.8 に示す調査の結果、中間処理システム基本計画の策定上採用すべき中間処理技術（構成要素）としては、焼却とコンポスティングが選択された。この2方式にごみを中間処理せずに直接埋立処分する方式を加えて3構成要素を組合せると、次のような7通りの中間処理基本計画代替案が構成される。

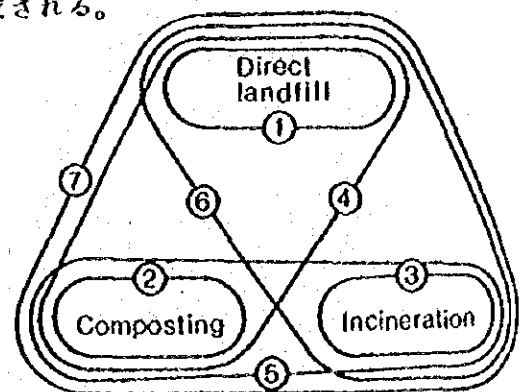
1. 全量直接埋立
2. 全量コンポスティング
3. 全量焼却
4. 直接埋立+コンポスティング
5. コンポスティング+焼却
6. 直接埋立+焼却
7. 直接埋立+コンポスティング+焼却

コンポスト処理量は、次の二通りとする。

・現在のコンポスト生産量維持ケース

・1980年のField investigationにもとづく潜在需要量を反映させたケース

焼却処理量は、幅広く検討する。



##### (2) 中間処理施設構想

###### 1) 焼却工場

a. 能力 : 600 t / d ~ 1,500 t / d

下限は発電設備付焼却工場建設に必要とされる最低の規模を考慮し、上限は過度の清掃車の集中を防ぐことを考慮して決めた。

b. 焼却炉 ・形式 廃熱ボイラ付連続燃焼式機械炉  
・能力 200 ~ 500 t / 24 h · furnace  
・炉数 2 ~ 3基

c. 公害防止設備

- ・大気汚染防止 : 電気集じん器 ( 出口含じん量 0.1 g / Nm<sup>3</sup>以下 )  
集 合 煙 突 ( 高さ 60 m )
- ・水質汚濁防止 : 汚水無放流システム

d. 資源化設備

- ・発 電 設 備 : 蒸気復水タービン式発電設備  
余剰電力は外部に売却する。
- ・給 熱 設 備 : 必要な熱負荷に応じ次のとおり設置する。  
外部への給熱も可能とする。  
高温水発生装置  
低温水発生装置  
冷水発生装置 ( 吸収式冷凍機 )

e. 建 築 : 鉄骨鉄筋コンクリート構造

f. 稼働率 : 焼却炉のように高温にさらされる設備は消耗しやすく、一年に一回は定期的に工場を停止してオーバーホールを実施する必要がある。このため焼却工場の年間稼働率としては、東京における実績を参考にして、次のように設定する。

故障停止日数 18日

点検停止日数 10日

定期補修日数 45日

工場年間停止日数 73日

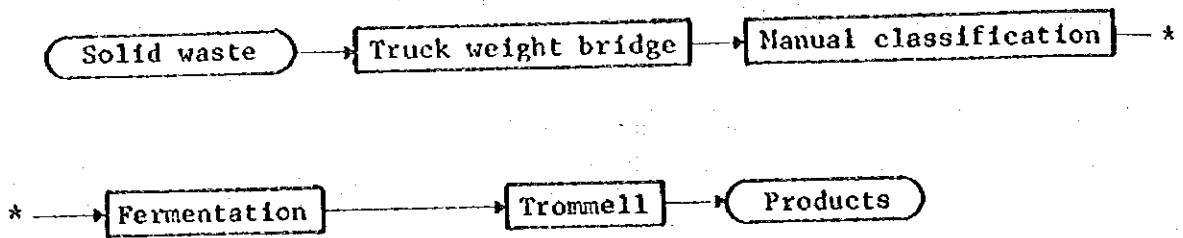
$$\text{年間稼働率} = \frac{365 - \text{年間停止日数}}{365} = 0.80$$

## ii) 新設コンポスト工場

a. 方 式

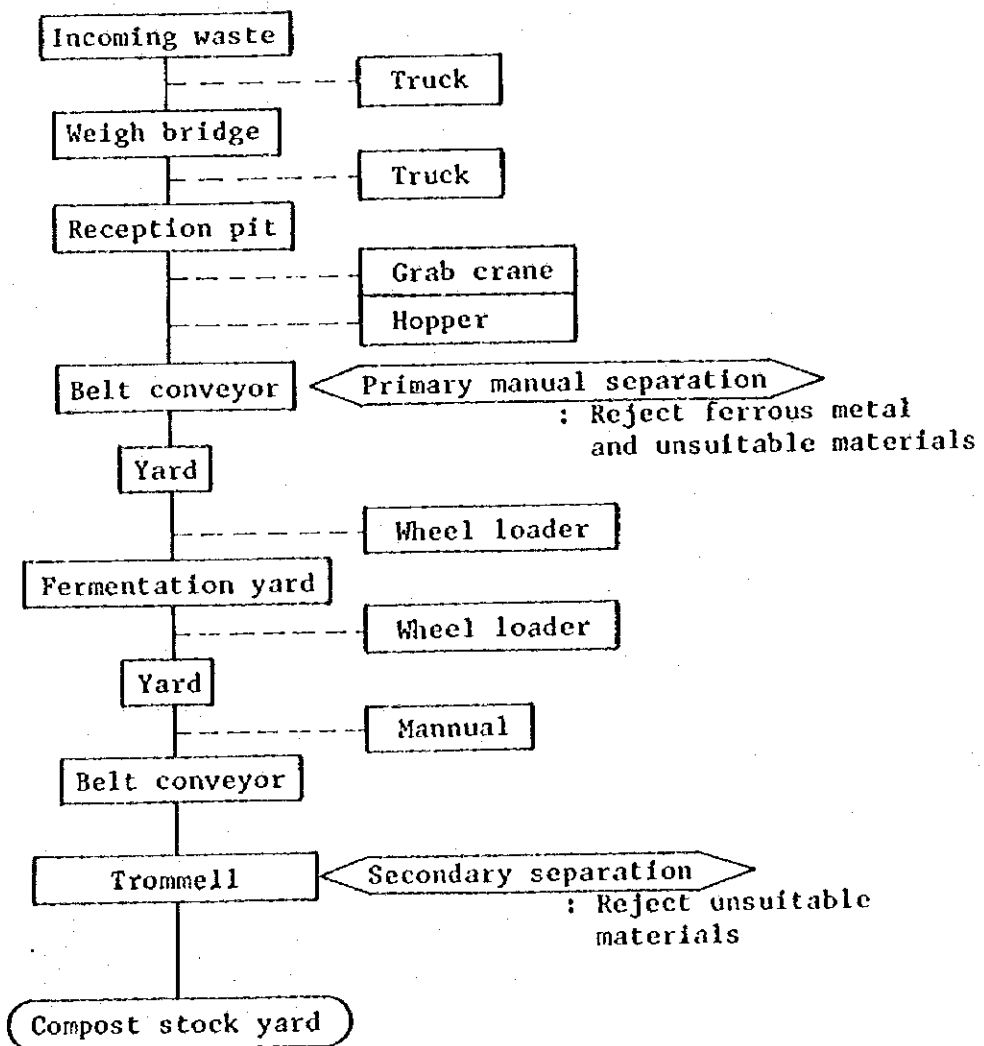
ごみからコンポストを作る場合、速くかつ安く作るが良く、この意味で高速たい肥化法が推奨される。一方、コンポストの施用は時期が限られており、通年の需要は期待できない。このため、需要期には品不足になったり未熟品が出廻ったりし、また不需要期にはコンポスト半製品がコンポスト工場内に山積みになることもある。こういう場合には、高速たい肥化法採用の意義がなくなるであろう。

Fig. 4.3 Flow diagram of composting



(Fermentation trough)

Fig. 4.4 Flow of the aerated compost plant facilities





高速たい肥化に対して、ゆっくりとたい肥化する方法もあり、実際にも、コンポスト施用の盛んなオランダでは、10ヶ月間かけてコンポストを生産している。この方法による場合は、コンポスト工場用地面積が広くなければならないが、施設建設費と維持管理費が安くかつ運転が容易であるという利点が見い出せれば、この低速たい肥化も検討に値する。

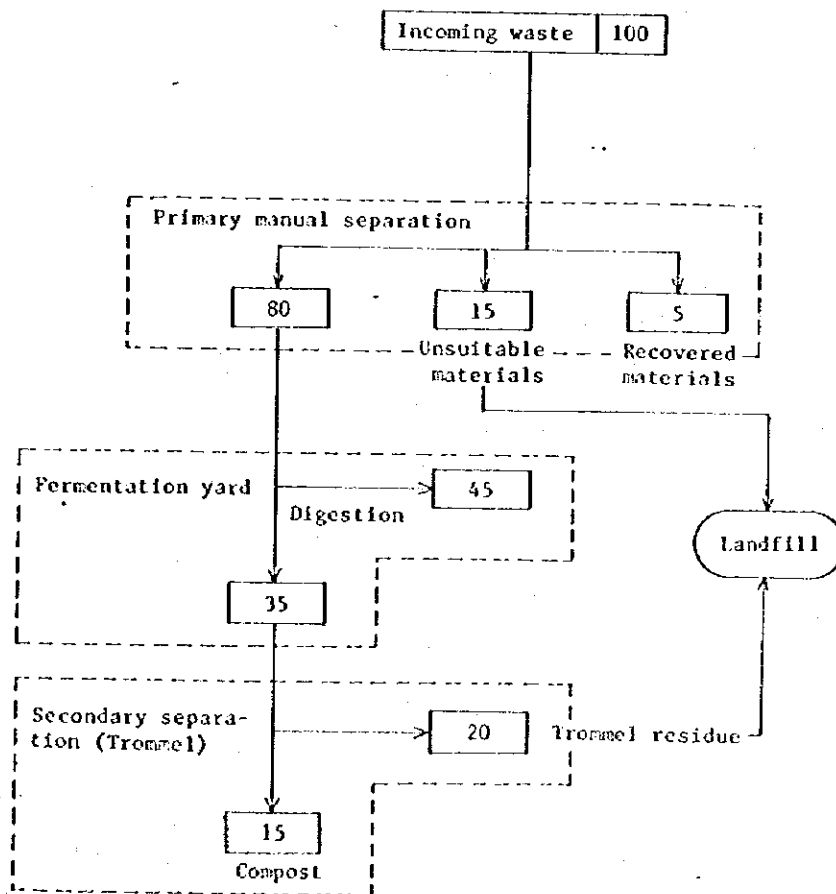
この種の技術として地中コンポストが推奨できる。

この技術は、埋立地内に強制的に空気を送入して、ごみ中の有機物の分解を好気的条件下で行う好気性埋立から発展した。この技術では、ふつう、埋立地盤を掘削した発酵槽を利用する。しかし、バンコック市では雨期に地下水位が高まるため、地下式よりは地上式で、また、コンクリート隔壁が必要となる。

b. フローシートおよび施設概要

- ・施設規模：バンコック市における既存コンポストの施設規模を参考にして、300 t/d ~ 600 t/d とする。
- ・プロセス・フロー：Fig.4.3 と Fig.4.4 に示す。
- ・物質収支：Fig.4.5 に示す。
- ・建 屋：スレート瓦ぶき

Fig. 4.5 Aerated compost plant material balance



c. 稼働率：既設コンポスト工場と同様に0.85とする。

### (3) BMAコンポストの将来展望

現在バンコック市は、主としてコンポスティングによりごみの中間処理を行っているが、その将来展望は次のようになる。

#### i) 重金属含量からみた適正施用量の試算

有害性重金属の土壌蓄積を、総量規制の立場から検討した、英国の下水汚泥の農地利用ガイドライン( Appendix 4.7、Table AP 4.5 参照)によって、コンポスト施用量を試算する。

BMAコンポストの水銀含有量最大値15.40mg/kgと、カドミウム含有量の最大値21.1mg/kg( Table 3.4 参照)を前提にすると、30年間施用の場合、10アール当り年間約0.43トン(水銀施用量制限に基づく場合)～0.79トン(カドミウム量制限に基づく場合)となる。水銀とカドミウムの平均含有量に基づいて試算すると、1.0～1.2トンとなる。したがって、10アール当り年間1トンというコンポスト通常施用量は、BMAコンポストの現在の品質の場合、施用限界値といえる。安全施用を推進するためには、品質の向上が不可欠である。

#### ii) コンポスト販売価格

BMAコンポストの価格は、ばら積みの場合、トン当り370～740バーツであり、50kgパッケージ詰めは、トン当り換算で700～1,100バーツとなる( Appendix 3.1-1 0.(6)参照)。現在の農産物価格、農産物収量から考えると、このコンポスト価格は異常に高いといわざるを得ない( Appendix 4.8-(3), ii) 参照)。

現在価格を維持する場合、需要量を増加していくことは困難となろう。将来のコンポスト価格は市場の原理によって決定されることになるであろうが、BMAとしては、コンポスト製造コストを基準としてでなく、コンポストのもたらす便益を基準にして価格を提示していくようにすべきである。

ちなみに、現在、コンポストの世界平均価格は40 Baht / tである。

#### iii) コンポストの潜在需要量の推定

タイ国農耕地の70%を占める水田へのコンポスト施用については、稲作の実態やコンポスト製品の品質からいって効果のほどは疑問である。このことは他国における施用の実態からもいえることで、むしろ果樹、花き、野菜にしほって施用する方がよい。

バンコック市周辺50km圏の畑作地を対象地域として、コンポスト施用に関するアンケート調査結果と、10アール当り1トンの年間標準施用量にもとづいて、コンポスト潜在需要量を推定すると、年間約90,000トンとなった。これをコンポスト工場施設規模に換算すると約1,900 t/dとなり、既設コンポスト工場(1,120 t/d)のほかに、約800 t/dの工場増設が見込めることになる。詳細については、Appendix 4.8、(3), iii) を参照のこと。この潜在需要を顕在化するためには、流通面、価格面で需要側の施用意欲を喚起するような措置をとることが必要である。

#### iv) BMA コンポスト市場の拡大方策

潜在需要を顕在化するためには、低廉かつ簡単に入手でき、そのうえ安全良質であることが前提である。従って政策面、品質面、価格面での次のような対策が重要である（Appendix 4.8、(3)、iv) 参照）。

##### a. 政策面：

- ・コンポスト普及に関して中央・地方の関係行政機関が互いに密接に協力し合うこと。
- ・栽培種目を多様化し、できるだけ換金作物への施用を図ること。
- ・コンポストの大規模施用には人力では限界があるので、機械利用・畜力利用等について公共の立場から援助・便宜を供与すること。
- ・東北タイ等の土壌改良に役立てるため政策的にコンポスト利用の推進をはかること。
- ・コンポストを土壌改良材のほか耕地の蒸発散防止材としての mulching や埋立用覆土材、あるいはボーデンフィルターなどその多目的利用を検討すること。
- ・公私を問わずコンポストを施用した農地造成を推進するための組織体制を整備すること。

##### b. 品質面：

熟度・肥効面や異物混入率で最終製品に特に問題はないが、有害性重金属については既述のとおり長期的評価からみると検討の余地があるので、含有量の低減をはかるため、コンポスティングの事前あるいは事後における非堆肥化物の減少措置と乾電池・ガラス等の排除につとめること。

##### c. 価格面：

- ・価格引下げの立場から荷姿を検討し、包装費を節減してバラ積み販売に重点をおくこと。これは大量消費のうえで不可欠である。
- ・ストックポイントをなるべく消費地近くに設置し、出荷時期の調整と輸送経費の節約につとめ流通の円滑化をはかること。

#### (4) 中間処理施設の配置方針

ごみ処理施設の配置は、収集・輸送、中間処理、最終処分のごみ処理工程が効率的、経済的に行われ、かつ処理施設周辺的生活環境が阻害されないよう計画されるべきである。

##### 1) 事前検討

処理施設の配置に先だって、次のような事項の検討が必要である。

##### a. 処理施設建設計画作成に当たって考慮すべき条件

- ・将来、都市計画変更の可能性
- ・計画期間を超える将来ごみの質変化と量増加

- ・収集方法の変更可能性（例：分別収集の導入）
- ・公害防止規制強化の可能性

b. 複合施設計画

次のような施設をごみ処理施設と同一敷地内に併設するか検討する。

- ・清掃事務所、清掃車の車庫と修理工場
- ・し尿処理施設、下水道処理施設  
このような施設は、併設すると経済的にも公害対策的にも有利となる。
- ・回収エネルギー利用施設  
焼却工場は大量の余熱を発生するので、その余熱を活用し得るような公共施設を焼却工場に隣接して計画することも考えられる。

ii) ごみ処理施設用地選定条件

ごみ処理施設用地選定に際しては、次の事項について総合的に検討する必要がある。

a. 自然的条件

- ・面積  
処理施設から発生する騒音・振動・悪臭等の公害防止をはかるため、敷地周辺の住居と十分な離隔距離が確保されると共に、施設の種類と規模に応じた必要面積を確保すること。
- ・地形  
焼却工場はほぼ正方形で平坦な敷地が望ましい。
- ・地質
- ・地勢  
災害、特に洪水による被害を受けにくいこと、また偏気流の起りやすい地勢（湖沼、河川、高層ビルの接近）をさけること。
- ・気象

b. 土地利用条件

- ・都市計画指定地域  
焼却工場の立地は Mixed-use low density、Industrial and Agricultural 地域に適する。  
コンポスティングプラントと埋立場の立地は Agricultural 地区が適する。
- ・名所、旧跡  
これらの場所から遠くはなれた場所を選定すること。
- ・将来の都市発展  
処理施設立地場所の将来における都市発展の可能性と地域指定の変更可能性を考慮すること。
- ・周辺環境との景観的調和

c. 交通条件

- ・ごみ処理コストの中に占める収集輸送コストのウエイトは大きいので収集・輸送を効率的に実施するため、以下の交通条件のチェックは非常に重要である。
- ・施設配置計画と収集・搬入計画の区域(広さ)
- ・施設へのごみ搬入量
- ・収集作業形態
- ・輸送経路(陸路、水路)
- ・輸送方法(自動車、船舶)
- ・交通路の整備条件
- ・現状と将来の整備計画の見通しを調査する。  
交通事情(混雑度)

d. 都市施設条件(用役の引込条件)

- ・電力
- ・都市ガス
- ・上水道
- ・下水道または排水の放流先
- ・電話

e. 社会環境条件

- ・敷地周辺の住民意識
- ・地価
- ・立退者の有無
- ・用地買収の可能性

iii) 中間処理施設の所要敷地面積

a. 焼却工場

焼却工場に必要な敷地面積は、焼却炉の形式、規模、炉数、付帯設備により異なる。4.3.2-(2), 1) に示したような焼却工場は西欧・日本における経験から工場規模1t/24h当り50㎡必要である。

b. コンポスト工場

コンポストプラントの必要敷地面積は発酵槽の型式や発酵日数に影響される。地中コンポストは高速堆肥化プラントに比べ、主として二次発酵ヤードとの関係で所要発酵面積は広がる。一次発酵期間は60日とする場合、所要敷地面積は単位工場規模(1t/d)当り、110㎡となる。

また、コンポストがらを施設敷地内に埋立処分することを計画する場合は、さらに、単位工場規模(1t/d)当り約240㎡の敷地が必要となる。

### 4.3.3 中間処理費用

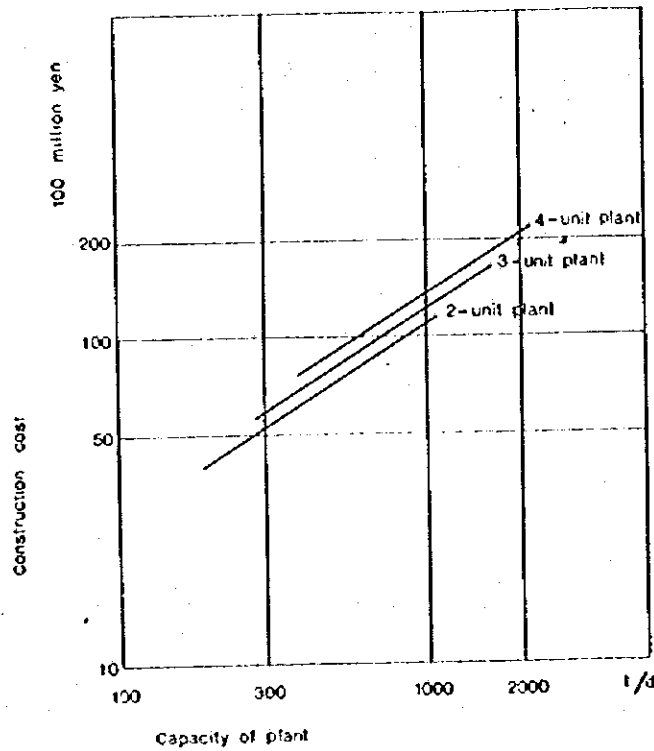
中間処理コストを算出するための基礎データとして、4.3.2-(2)に述べた施設構想にもとづく中間処理施設の建設費および運営費を算出した。その結果を次に示す。なお、これらの価格は、4.5でタイ国内価格に変換される。

#### (1) 中間処理施設建設費

1980年の日本国内価格による中間処理施設建設費は次のとおりである。

i) 焼却工場 Fig. 4.6 参照

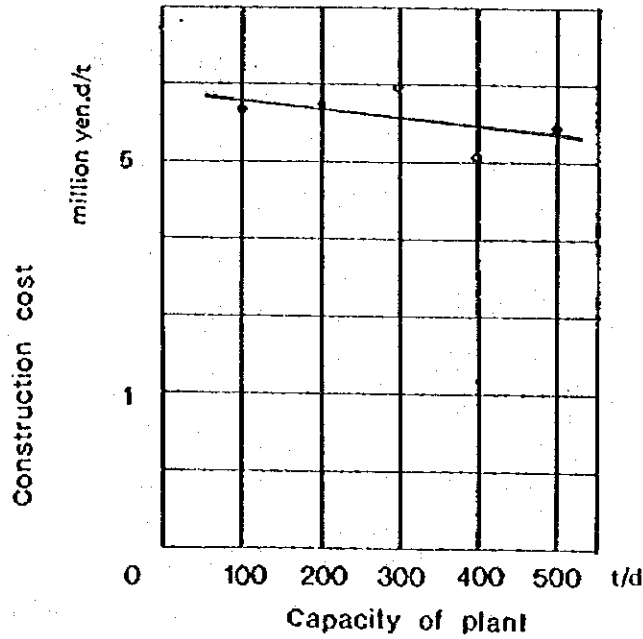
Fig. 4.6 Construction cost of an incineration plant



ii) コンポスト工場

Fig. 4.7 参照

Fig. 4.7 Construction cost of a compost plant



(2) 中間処理施設の維持管理費

中間処理施設の運営（運転・補修、一般管理等）に必要な費用は、次のとおりである。

i) 焼却工場

人件費	3,300円/トン
物件費	1,700円/トン
計	5,000円/トン

ii) コンポスト工場

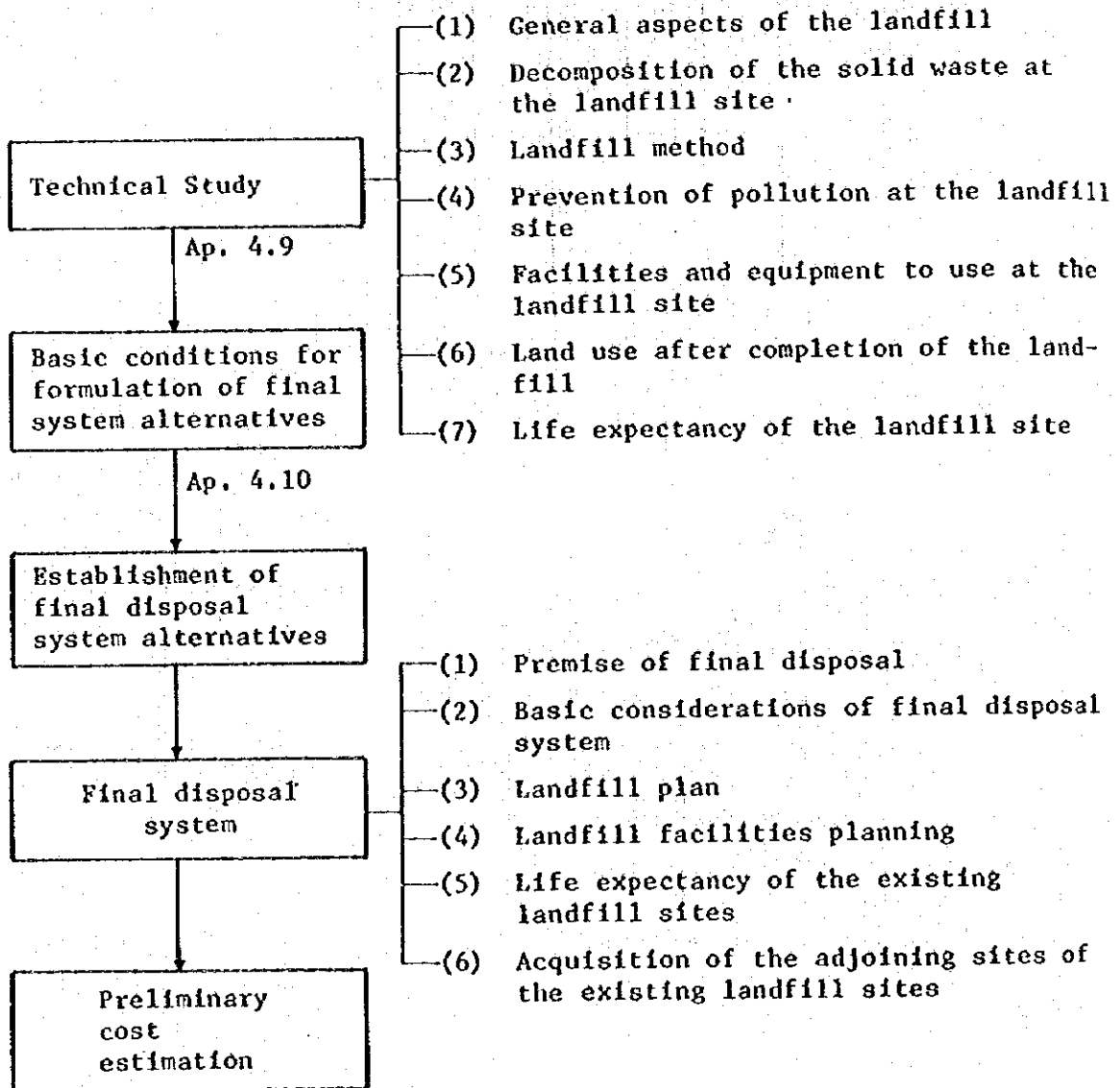
人件費	3,100円/トン
物件費	1,000円/トン
計	4,100円/トン

## 4.4 最終処分システム

### 4.4.1 作業手順

最終処分システム基本計画代替案の設定作業は Fig. 4.8 に示すフローに従って行った。

Fig. 4.8 Work flow for establishment of final disposal system alternatives



これらの作業のうち、最終処分に関する技術調査および最終処分システム作成のための基本検討事項の内容については資料編に整理する。本節では、基本計画選択案を作成するために必要な最終処分システム基本計画代替案と最終処分コストについて報告する。