

5. インド・チェンナイ市

5.1 都市の基礎情報

チェンナイは旧名マドラスで Tamil nadu 州（インド東南端）の最北部に位置する。チェンナイ市（City of Chennai）とチェンナイ都市圏（Chennai urban city）の二つの扱い方があるので注意が必要である。

前者はチェンナイ都市圏を構成する 3 つの地区（Chennai disitric, Kanchipuram disitric, Tiruvallur disitric）の一区であり、チェンナイの行政組織が、チェンナイ自治体（Chennai Municipal Corporation ; CMC、現在は、Corporation of Chennai ; CoC 以下「CoC」とする）である。

①市の面積：174 km²

②人口：4.34 百万人（2001 年センサス）

③行政区割

チェンナイ市は、次図に示すように 5 つの区域で区切られている。



Divisions of Chennai district.

1. Egmore-Nungambakam
2. Fort Tondiarpet
3. Mambalam-Guindy
4. Mylapore-Triplicane
5. Perambur-Purasawalkkam.

なお、この区分とは別に 10 の行政区分を設置し、さらに区分ごとに 15 の小区（ward）を設置し、トータルで 150 の小区がある。チェンナイ市には 150 ワードで選出された議員で構成される

議会を有している。この議員の間接選挙で市長・副市長を選出する。

先の 3 地区をカバーするチェンナイ都市圏の方は、面積 1,180 km²、人口 7.5 百万人（2007 年現在）とされる。都市圏を所管しているのは、チェンナイ首都開発庁（CMDA: Chennai Metropolitan Development Authority）であり、広域行政組織である。この CMDA の所管区域の行政組織は、16 の市自治体（Municipality）と 20 の村（Panchayats）で構成される。

チェンナイ市（CoC）の管轄区域は 2009 年に合併の命令が出されており、以下の市自治体が合併され面積が 174km²から 426km²に拡大している。2011 年にまでにはさらに周辺との合併を進め 812 km²まで拡大する予定になっている。



次図は、チェンナイ都市圏を示す図である。



- Tiruvallur District
- Ambattur (merged with Chennai Corporation)
- Kathivakkam (merged with Chennai Corporation)
- Madhavaram (merged with Chennai Corporation)
- Maduravoyal (merged with Chennai Corporation)
- Manali (merged with Chennai Corporation)
- Tiruvottiyur (merged with Chennai Corporation)
- Valasaravakkam (merged with Chennai Corporation)
- Kanchipuram District
- Perungudi-Sholingallur(merged with Chennai Corporation)
- Alandur (merged with Chennai Corporation)
- Pallavaram (merged with Chennai Corporation)
- Pallavaram-St.Thomas Mount Cantonment Board
- Ullagaram-Puzhuthivakkam (merged with Chennai Corporation)

なお以下では、主に合併前の情報をベースに整理するものとする。

5.2 廃棄物処理所管組織

チェンナイ都市圏の CMDA は、都市計画を所掌しており、交通管理、河川の保全・維持、市の基盤整備のための政府用地の使用、各市の処分場用地の指定などを管轄している。

都市の廃棄物については、環境森林省の通達である「都市廃棄物ルール 2000」に地方自治体の責任とされている。

各地方自治体は、本ルールに基づき都市の廃棄物の収集、運搬、保管、処理・処分に係る施設整備する責任があり、また、その機材、施設の運転の責任を有する。

CoC の場合には、以下の図に示すように Commissioner（長官）の下の統括技官（チーフエンジニア）の下に廃棄物課があり、そこが廃棄物事業を所管している。

廃棄物課（SWM Department of CoC）は、処理・処分場関係の管理、清掃業務の管理を担っている。現場の清掃業務は、10 ゾーンごとのゾーンオフィスが置かれ、そこで実施・管理されている。

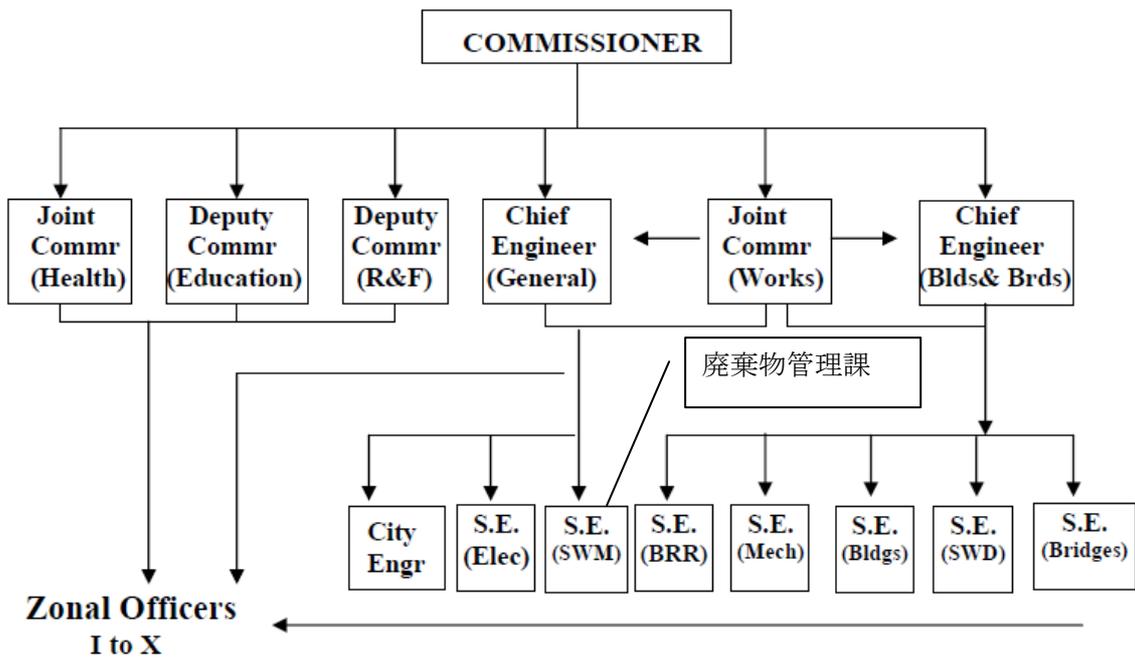


図 5.1 チェンナイ市 (CoC) の組織と廃棄物管理課の位置



図 5.2 廃棄物管理ゾーン

5.3 都市で排出される廃棄物の種類

都市廃棄物とは「都市廃棄物規則 2000」で、市及び指定した地域で発生する商業、家庭から出るごみで産業有害廃棄物は除くが、医療廃棄物は含まれる。

次のように分類化されている。

- 家庭ごみ (Residential)

- 商業ごみ (Commercial)
- 施設ごみ (Halls, Schools, Institutions)
- 産業ごみ (Industrial)
- 医療廃棄物 (Hospitals & Clinics)

ごみ量については、CoCによると2006年現在、また、2010年現在とも3,700トン/日の発生があるとしている。発生原単位は、0.5kg/人日であり、固形廃棄物が3,200トン/日、建設廃棄物が500トン/日となっている。

CMDAのチェンナイ都市圏マスタープラン2026⁶では、都市圏での廃棄物発生量は、以下のように報告されている。都市圏全体では、760トン/日、その内、チェンナイ市が3,200トン/日で67%を占める。

表 5.1 チェンナイ都市圏の廃棄物の発生状況(2006年)

Area	Residential & Commercial	Hospital	Total	e-waste	Construction Debris
Chennai City	2620	80	2700	5	500
Municipalities	1073	11	1084	2	50
Town Panchayats	207	1	208	1	NA
Panchayat Union	255	1	256	2	-
Total	4155	93	4248	10	550

出典：CMDA 2nd Master Plan Vol.1 第8章 2006

チェンナイ市のごみ種類の内訳をCoCのホームページより整理すると、以下のとおりであり、家庭ごみが約7割を占めている。

表 5.2 発生源別の発生比率

発生源	比率
家庭ごみ	68%
商業ごみ	16%
施設ごみ (ホール、学校、事務所等)	14%
産業ごみ	2%
病院・診療所ごみ	別に処分

物理的組成については、次のとおりである。

⁶ Second Master Plan For Chennai Metropolitan Area, 2026 Volume I Vision, Strategies and Action Plans, September 2008

表 5.3 家庭ごみの物理的組成

項目	比率
厨芥	8.00 %
植物	32.25 %
木質類	6.99 %
可燃性プラスチック	5.86 %
工業系プラスチック	1.18 %
金属	0.03 %
繊維類	3.14 %
紙類	6.45 %
皮、ゴム類	1.45 %
不活性物	34.65 %

化学的組成は以下のとおりである。

表 5.4 家庭ごみの化学的組成

項目	比率
水分	27.60 %
PH Value	7.68
有機質	39.06 %
炭素 Carbon content	21.53 %
窒素 Nitrogen Content	0.73 %
過酸化リン Phosphorous P2 O5	0.63 %
酸化カリウム Potassium K 2 O	0.63 %

5.4 都市の廃棄物処理の体制

チェンナイのごみ処理体制は、CoC のエンジニアリング局の廃棄物管理課が担当組織である。ごみ収集が主要な役割である。夜間監督も重要道路や商業地域で実施されている。ゾーン VI と VII を除いた総てのゾーンで戸別収集が 2003 年 5 月から採用されている。ま

た、都市ごみのコンポスト・プロジェクトを進める予定である。

廃棄物処理事業の実施の流れは次図のとおりであり、先ず廃棄物管理課の課長の下にエンジニアリング担当セクション（計画、処分場の建設等）、ゾーンの活動の管理部署がある。一方、ゾーンごとのオフィスの所長がおり、そこで道路清掃やごみ収集の作業の指示、管理を行っている。

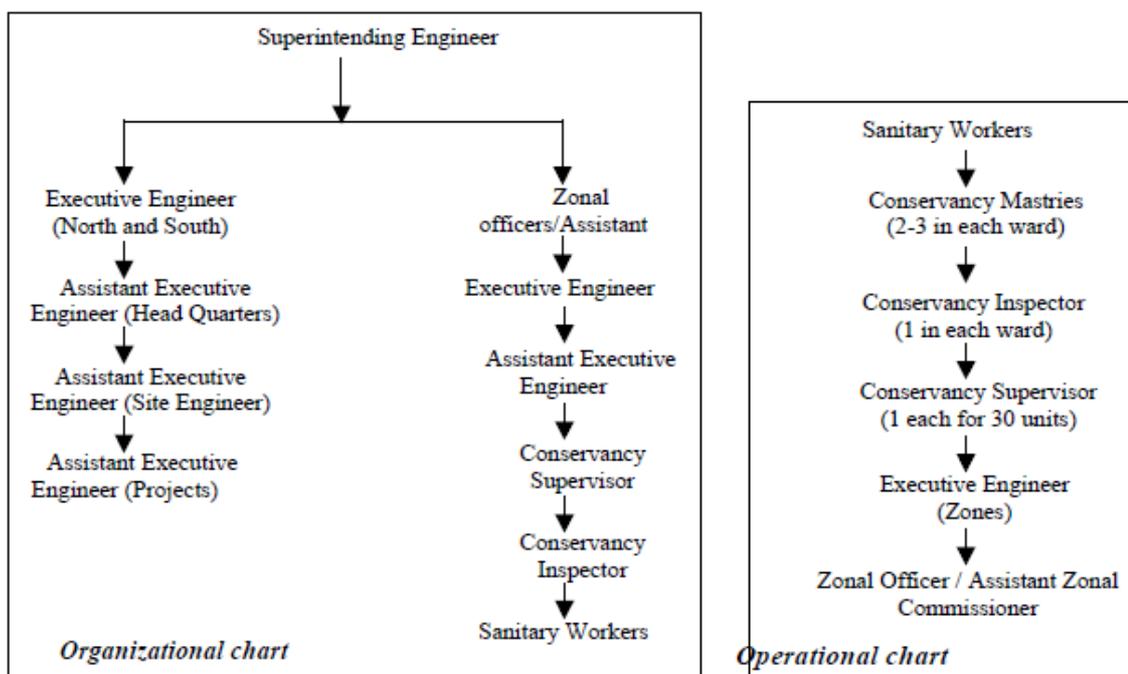


図 5.3 廃棄物処理事業の実施の流れ

出典：”Municipal Solid Waste Management in Chennai City, INDIA”

S. ESAKKU, A. SWAMINATHAN

表 5.5 清掃職員数

	現業	非現業	合計
清掃作業員	8,442	1,688	10,130
欠員数	1,785	-	1,785
臨時日雇い作業員	1,664	-	1,664
合計（定数）	11,891	1,688	13,579

出典：チェンナイ市 HP

CoC の廃棄物管理のルールを示すと以下のとおりである。

表 5.6 CoC の廃棄物管理の役割

1.	道路清掃	バスルートや道路のごみを毎日（日曜日を含む）実施。6.30a.m から 10.30a.m、また 2.30 p.m.から 5.00 p.m.（ローテーションベースで週休を与える。）メーデー、祝日は午前中（6.30a.m.-10.30a.m.）の作業のみとする
2.	都市ごみの収集	同上
3.	取り残しで苦情が出たごみの収集	取り残しの苦情を受けた場合、24 時間以内にその都度、議会の承認を得た特別の部隊が収集する。感染性廃棄物を除く病院の一般廃棄物は市の有料の特別収集サービスを受けられる。
4.	管理税（手数料）	ごみを無料化する一方、不動産管理税を正式に徴収、再徴収することが求められる。また監督をその都度の実施し、手数料の適正化を図る。
5.	中継基地	小型車両により細街路のごみを収集し、中継基地に運ぶ。24 時間以内にそれを埋立処分場に移動させる。
6.	埋立処分	埋立処分場を技術的に計画された処分場に改善すること。

「都市廃棄物管理ルール 2000MSWM (MoEF, 2000)」は自治体に対し以下の実施をルールとして求めている。

- 発生源分別・貯留
- 戸別収集
- 開放型のごみ集積所の廃止
- 毎日の道路清掃
- カバーでごみを覆った車両での輸送
- コンポストまたはエネルギー回収の処理技術の導入
- 衛生埋立での不活性物の処分

民間委託

チェンナイ市ではゾーン VI, VIII 及び X でごみ管理の民営化が進められた。委託先はオニックス社（ONYX ; .C.E.S. ONYX Pvt. Ltd. 水メジャーヴェオリアの子会社）で、2005 年 10 月 5 日から実施され、毎日 1,150 トンを集めている。

5.5 廃棄物処理の実態

5.5.1 廃棄物の排出

発生源分別

処分ごみの減量化のため発生源分別を促進している。特に家庭で有機ごみを分別しコンポスト化し、それを利用すること、また、リサイクル可能なモノを発生源分別し、リサイクル業者に引き渡すことも可能である。



発生源収集

2003年5月よりゾーンVI、VIIIとXで発生源収集＝戸別収集が実施されている。ドアステップに置かれたごみを効果的に収集する手段として三輪車(自転車でリヤカーを引く形式)が導入されており、現在、約1,459台が使用されている。この三輪車は議会や福祉協会の寄付で購入されている。この方式の導入で道路脇に置かれたごみ箱の減少を達成している。

5.5.2 廃棄物の収集・輸送

a. 一次収集

都市廃棄物の収集は、廃棄物の発生の形により二つの異なる流れがある。家庭ごみは家の前から戸別収集で三輪車を利用して収集する方式。道路ごみは、道路のごみ屑籠・コンテナ(ビン)からコンパクター車(パッカー車)で集められる形である。チェンナイ市の収集率は、73%であり、つまり発生する都市廃棄物の73%が収集され最終処分場に運搬されていることを示している。チェンナイの都市ごみの収集・輸送は以下のようなフローで流れている。

一次収集(家庭から中継基地、または収集地点まで) (Primary Collection)

- 道路清掃・収集とダストビンへの貯留
- 家庭ごみの戸別収集
- 三輪車や軽自動車で、家庭で貯留した家庭ごみを中継基地に積み下ろし

人力で実施。作業時間は、午前6時半から午後1時半まで。特別作業は、午後1時半から午後7時半となる。各作業員は、作業計画に基づき業務を配分される。

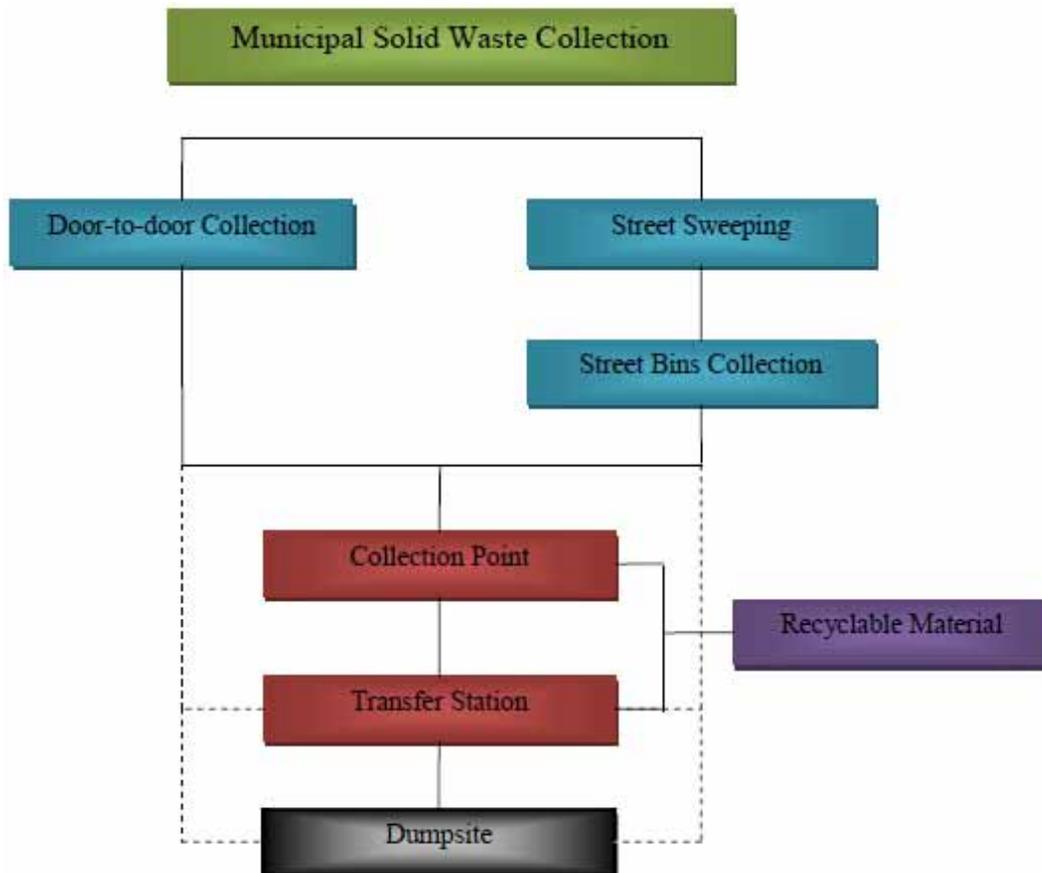


図 5.4 チェンナイ市の都市廃棄物の流れ

使用される機材は、箒（Brooms）、バスケット（竹製あるいはアルミ製）、ブラシ、鉄板（Iron Plate）、コンテナハンドカート（Containerised push carts）、三輪車等。（注：三輪車は、オート三輪車ではなく、自転車で後ろに2輪のボックス荷台にした形：下の写真参照）



戸別収集 (Door to door collection)

戸別収集は、衛生環境を向上させる観点から道路のごみ容器（箱、バンカー）収集システムを廃止するために導入された。ベル付三輪車が住宅の前からごみを集めるために利用されている。この方式は、2003年の5月に導入され、2004年中に全市に拡張した。



個別収集に使用されている車両

オープン集積場の廃止 (Abolition of open storage)

道路のコミュニティのダストビン（バンカーやコンテナ）を除去することにより不十分ではあるが達成した。道路ごみ箱の数は、2004年11月に14,000から1,300に削減した。しかし財政的な制約、住民の非協力、アクセスの難しい細街路のため、100%のオープンごみ集積の廃止は難しい。

b. 二次収集 (輸送)

活動は以下のとおり。

- 道路から処分場までのごみの輸送
- 中継基地から処分場までの輸送
- それぞれの車両、往復はルート計画に基づく

トリップ数は以下のとおり。

- 重車両 2トリップ/日
- 軽車両 4トリップ/日

中継基地は、8か所あり、収集量の約70%を中継輸送している。

利用可能中継施設数	8
中継輸送量	1800 トン/日

ゾーン IX の中継基地は、280 万ルピーで執務室の建設やコンクリート床の整備が認められている。また、ゾーン III では、近代的な中継基地が 2,000 万ルピーで建設されている。



中継施設の写真

c. 民間委託

ゾーン VI、VIII、X は、上述したように ONYX という会社が収集・輸送を行っている。そのサービスの内容は以下のとおりである。なお、契約は7年間契約で2007年に終了するものとして開始されているが、最近の情報でも ONYX を利用しているとの表現があることから契約は継続しているものと想定される。

表 5.7 ONYX の活動の現状

		ゾーン 6	ゾーン 8	ゾーン 10
オート三輪車	台	38	46	79
ビンの再配置	個	736	1,984	1,353
道路ごみ収集員	人	284	433	312
サービス人口	人	485,900	489,500	429,800

出典：3R Knowledge Hub⁷ <http://www.3rkh.net/3rkh/>

2004 年段階の作業員は 2,000 人で約 1,100 トンのごみを収集・輸送している。これに対し CoC は約 12,000 人で約 2,000 トンのごみを収集し輸送している。

収集・処分コストは、CoC で 33.3Rp/トン、ONYX で 25.5Rp/トンとのことである。

5.5.3 中間処理・最終処分

(1) 中間処理施設

CMDA は、Koyembedu 卸市場において市場の有機廃棄物を処理するメタン発酵施設を新エネルギー省のサポート(建設費の 67%)を受けて 2005 年に竣工している。建設費は、約 5,000 万ルピー (1,100 万 US ドル)。市場ごみは約 100 トン/日発生するが、その内、30 トン/日を処理している⁸。0.25MW の発電能力がある。また 10 トン/日のコンポストが生産される。

⁷ ADB, Asian Institute of Technology (AIT), UNEP Regional Resource Centre for Asia and the Pacific (UNEP RRC.AP), and United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (UNESCAP) が 2006 年 8 月に合意し、UNEP がサイトを管理している。

⁸ <http://www.3rkh.net/3rkh/files/01%20Biomethanation%20Plant.pdf>



出典：Energy from municipal solid waste in Chennai, India– a feasibility study SLU, Swedish University of Agricultural Sciences Department of Energy and Technology 2010.5

その他、約 106 のビン構造のコンポスト用施設が、多くの地区で有機廃棄物の処理のために使用されている。

(2) 最終処分

現状はオープンダンプングであり、部分的に建設廃棄物でカバーしている。現在の処分場を工学的に設計した処分場に改善するためにニューデリーの国家生産性委員会が、コンサルタントを指名した。そのレポートが直ぐに出されることが期待されている。⁹

現在の処分場は以下の 2 か所である。

表 5.8 チェンナイの埋立処分場

Kodungaiyur 処分場	
対象エリア	ゾーン 1 からゾーン 5
場所・面積	Kodungaiyur (within City) 面積約 350 エーカー
使用期限	最大 2015 年まで.
使用年数	25 年
近隣との距離	1 km 以内
埋立処分量	1400 ～1500 トン/日
その他	440 万ルピーをかけて囲い塀を設置
Perungudi 処分場	
対象エリア	ゾーン 6 から 10
場所・面積	市外、面積 200 エーカー
使用期限	2015 年まで
使用年数	20 年
近隣との距離	0.5 Km 以内
日埋立処分量	1500 トン～1800 トン

⁹ 2006 年時点の報告文であるが、その後、どうなったか未確認

処分場内のアクセスのための道路も整備されている。

5.6 廃棄物処理に関する課題

チェンナイ市 (CoC) の正式な課題整理の情報が入手できないため、GTZ、CDIA と CMC (CoC) が実施した事前 FS の廃棄物管理に関するレポートからその課題を整理する。

まず主要なチェンナイの廃棄物管理における課題は、「都市廃棄物管理規則 2000」を遵守していないということである。

サービスの提供面では以下の課題が指摘される。

- 的確な都市周辺行政体の廃棄物の量と質の情報がないこと
- 都市周辺行政体の一次収集が提供されていないこと
- チェンナイ首都圏 (CMA; Chennai Metropolitan Area) での発生源分別が限定的であること
- CMA の二次輸送保管施設がないこと
- 都市周辺行政体の不十分な輸送システム
- CMA に衛生埋立処分場がないこと
- CMA の作業員の健康・衛生条件が非常に貧弱であること
- CMA 地域ではコミュニティの参加、民間の参加 (PPP) が非常に限定的であること

また、公共意識の課題として以下が指摘される。

- 公共意識の形成、コミュニティの動員のための CoC 及び都市周辺行政体の限定的でかつバラバラのイニシアティブ
- CMA 全体での公共意識啓発のキャンペーンの長期的な計画がないこと

5.7 考えられる解決の方向性

上記の解決に係る公式の記述は不在である。

5.8 廃棄物処理に係る計画 (都市レベル、国レベル)

CMDA の Second Master Plan For Chennai Metropolitan Area, 2026 Volume I Vision, Strategies and Action Plans September 2008 によると 1996 年に英国のコンサルタント ERM が CMA の廃棄物管理に関する調査を実施しており、そこに示されている基本計画を引き継いだ総合的な廃棄物管理行動計画として以下の点が考慮されるとしている。

1. 発生源の分別のためのメカニズムを導入すること
2. 地方・近隣のコンポスト、リサイクル施設を通じて埋立処分場で扱う廃棄物の範囲を削減すること
3. 地方自治体の地域内で分担する地方分権化した衛生埋立場の確立
4. E-Waste や建設廃材のための安全なリサイクル施設の確立
5. 科学的な廃棄物管理に関する子供、青年、市民の教育、意識啓発のプログラムの制度化

6. 全てのタイプの固形廃棄物の減量化、選別、輸送、リサイクル、最終処分のために民間部門の参加を促進するためのインセンティブの提供
7. 計画を実施する関係者に対して特別の役割を与えること

また、計画では既存処分場及び地方自治体によって提案されている処分場予定地の近隣における住宅、商業開発に関する制限について示している。さらに計画では Tamil nadu 州の汚染管理委員会の廃棄物管理、感染性廃棄物、有害、非有害の他の廃棄物に関する制度ルールの執行を求め、新しい開発、住宅、アパートメント、商業団地、産業によって順守されるべき固形廃棄物管理面に関連した守られるべき条件を示している。また、計画では、CMDA によって建設された Koyambedu のメタン発酵施設や他で成功した、良く実証された利用可能な技術での分散型の廃棄物エネルギー利用施設の設置を提案している。

CMDA の第 II の基本計画のパート III では、2005 年から 2011 年チェンナイのための都市廃棄物管理基本計画の技術的行動プログラムを示している。

2011 年の収集率	CMA エリア	100%
	市自治体	100%
	町・村	70%
収集・輸送 :	町・村	収集システムの提供地域の拡大
道路清掃 :	MC エリア	機械式道路清掃車の使用潜在性の評価
	町・村	トロリーシステムが最適な場合の評価
二次輸送	MC エリア	キャスター付きコンテナ、密閉型コンパクター車の潜在性のパイロットテストと評価
中継基地	MC エリア	中継の合理化のためコンテナ式等の積載量の多いシステムの可能性の評価
		コンパクター車を導入する導入するのであれば、幾つかの中継基地を閉鎖し、他の中継基地の利用もしくは処分場への直送を考慮する
既存埋立処分場		段階開発、既存サイトの修復の継続、工学的に計画された状態へのレベルアップ
新埋立処分場		段階開発、新サイトの復元の継続等

5.9 課題解決に向けた海外からの接触状況

CDIA (City Development Initiative for Asia) 及びドイツ GTZ (German Agency for Technical Cooperation) が、チェンナイの水路(下水、雨水排水)の改善、廃棄物管理のための事前 FS を実施している。これは廃棄物処理に係る必要な施設に関する投資の事前 FS であり、最終的には ADB やインドの投資機関に繋げるための調査として位置付けられている。

Swedish University of Agricultural Sciences エネルギー技術学部でチェンナイの都市廃棄物のエネルギー利用の FS を 2010 年に実施している。

5.10 その他、廃棄物処理ニーズに関する情報

特になし。