

平成 11 年度環境庁請負業務

地球温暖化対策クリーン開発メカニズム事業調査  
廃棄物最終処分場の準好気性埋立システムへの転換による  
メタンガス排出削減による地球温暖化抑制効果調査

報 告 書

平成 12 年 2 月

財団法人 九州環境管理協会

## 序文

本報告書は、環境庁の委託を受け、財団法人九州環境管理協会が実施した「廃棄物最終処分場の準好気性埋立システムへの転換によるメタンガス排出削減による地球温暖化抑制効果調査」の結果をとりまとめたものである。

本調査は、福岡市環境局施設部および国連人間居住センター（ハビタット）福岡事務所の協力を得ながら、福岡大学工学部土木工学科水理衛生工学実験室の指導のもとに実施され、中華人民共和国における二週間の現地調査で得られた貴重なデータをもとに報告書の作成に至ることができた。ご協力、ご指導いただいた方々に深く感謝申し上げる次第である。

また、調査全般にわたり、適切なお助言を賜った財団法人地球環境センター事業調査課の方々に対しても、心より感謝の意を表するものである。

平成 12 年 2 月  
財団法人 九州環境管理協会

廃棄物最終処分場の準好気性埋立システムへの転換によるメタンガス排出削減による地球温暖化抑制効果調査技術検討委員会名簿

<委員長>

松藤康司 福岡大学工学部土木工学科教授

<委員>

柳瀬龍二 福岡大学工学部土木工学科助手

立藤綾子 福岡大学工学部土木工学科助手

真次 寛 福岡市環境局施設部施設課長

境 道啓 福岡市環境局施設部施設課第二係長

Madhab Mathema Senior Human Settlements Adviser of UNCHS (Habitat)  
Fukuoka Office

調査協力機関

全 浩 中日友好環境保護中心 総工程師 工学博士

周 北海 中日友好環境保護中心 高級工程師 工学博士

事務局

松岡信明 (財)九州環境管理協会分析科学部長  
(九州大学工学部環境システム科学研究センター客員教授)

岡村正紀 (財)九州環境管理協会分析科学部環境分析課長

辻 勝也 (財)九州環境管理協会環境部技術課課長代理

藤原浩二 (財)九州環境管理協会分析科学部応用分析課係長

# 目 次

	頁
1. 目的 .....	1
2. 調査概要 .....	2
2.1 調査の背景 .....	2
2.2 現地調査 .....	3
2.3 プロジェクト実施計画立案および評価 .....	4
3. 事前調査 .....	7
3.1 文献調査による現状把握 .....	7
3.2 専門家ヒアリングによる現状把握 .....	11
3.3 現地調査方法の策定 .....	13
4. 現地調査 .....	19
4.1 中華人民共和国の地球温暖化対策に係る施策・方針 .....	19
4.2 中華人民共和国の都市概況 .....	26
(1) 広州市 .....	26
(2) 北京市 .....	27
(3) 上海市 .....	28
(4) 重慶市 .....	29
(5) 西安市 .....	30
(6) 天津市 .....	30
4.3 中華人民共和国の都市における廃棄物処理の現状 .....	34
(1) 広州市のごみ処理の現状 .....	34
(2) 北京市のごみ処理の現状 .....	35
(3) 西安市のごみ処理の現状 .....	39
(4) 上海市老港埋立場の現状 .....	40
4.4 中華人民共和国の都市における廃棄物処理費用の現状 .....	46
4.5 中華人民共和国の受入体制 .....	50
4.6 クリーン開発メカニズム事業に対する現地の感触 .....	51

5. プロジェクトの立案 .....	52
5.1 プロジェクトの内容 .....	52
(1) 対象地域の範囲 .....	52
(2) 技術分野 .....	53
(3) 実施スケジュール .....	54
5.2 資金計画 .....	57
5.3 カウンターパートとの実施体制 .....	58
6. プロジェクトの効果と評価 .....	59
6.1 対象となる温室効果ガスの排出量の試算 .....	59
(1) 技術根拠 .....	59
(2) 算定基礎となるベースライン及び排出削減量 .....	76
6.2 費用対効果 .....	101
(1) 準好気性埋立地の建設費用 .....	101
(2) 建設費用と排出削減量の比較 .....	103
6.3 プロジェクトの持続可能性 .....	108
6.4 プロジェクトの対象地域以外への普及可能性 .....	113
6.5 温室効果ガス削減以外に生じうる影響 .....	115
6.6 効果の具体的な確認方法（モニタリング方法） .....	116
6.7 プロジェクトの実現可能性 .....	120
7. まとめ .....	123

## 巻末資料

### 写真集

資料－Ⅰ 北京市・広州市廃棄物埋立施設

資料－Ⅱ 福岡市の活動実績

資料－Ⅲ 国際連合人間居住センター(ハビタット)の活動実績

## 1. 目的

1997年12月に国際連合気候変動枠組条約第3回締約国会議（COP3）が開催され、二酸化炭素を含めた温室効果ガスによる地球温暖化防止のために、日本は2008年から2012年までに温室効果ガスの平均排出量を1990年レベルより6%削減することが採択された「京都議定書」で定められた。この削減目標を達成するため、国内の温暖化防止対策を進めるとともに、先進国と発展途上国間のクリーン開発メカニズム（CDM）や先進国間の共同実施（JI）などの国際的な地球温暖化防止対策についても積極的に推進することとしている。

一方、発展途上国においては、生活ごみをそのまま埋立処分しており、嫌気状態となった埋立地からは温室効果ガスであるメタンガスが多量に発生している。これらの嫌気性埋立構造の埋立地を準好気性埋立構造に転換することによって、メタンガスの発生量が削減され、地球温暖化防止に寄与することが期待される。

本調査は、発展途上国における準好気性埋立方式の普及が温室効果ガスの削減に寄与することを検証し、CDMとしての有効性を評価することを目的として、中華人民共和国（以下、中国と称す）の埋立地をモデルにフィージビリティスタディを実施するものである。

## 2. 調査概要

### 2.1 調査の背景

調査対象の中国においては、都市の生活ごみのほとんどは直接埋立処分されている。廃棄物埋立地から発生するガスは二酸化炭素とメタン等の温室効果ガスが主体である。その発生量や組成は、埋立構造の違いにより大きく異なっている。中国における埋立構造はいわゆる嫌気性埋立であり、有機質を多量に含むごみが嫌気的な状態で埋立処分されているために、埋立地においてはメタンガスの発生が顕著である。メタンガスの炭酸ガスに対する熱吸収相対値は 21 で、同じ量であれば地球温暖化への寄与は炭酸ガスの 21 倍に相当する。これに対して、廃棄物埋立地の埋立構造が準好気性埋立構造であることは、嫌気性埋立構造に比べて地球温暖化への寄与が約 1/2 以下に抑えられ、かつ単位体積当たりの温室効果が相当に大きいメタンの発生量を減少させることから、準好気性埋立は地球温暖化抑制に対して有効である。

また、好気性条件下で埋立地の早期安定化を図る「埋立構造の概念」は、埋立地の浄化機能に主眼をおいた技術開発の成果として福岡大学の花嶋等によって提案され、実用化された我が国唯一の技術で、「準好気性埋立構造」としては発展途上国のみならず欧米からも注目されつつある。

したがって、従来嫌気性埋立が主体であった地域で準好気性埋立を推進することはメタンガスの発生量を削減するための有効な手段と考えられ、地球温暖化防止に寄与することが期待される。本プロジェクトを通して嫌気性埋立地の多い中国において、地球温暖化効果ガスの削減方法と削減効果を明らかにすることは、国際的にも貢献度が高く、意義も大きいものがある。

## 2.2 現地調査

本調査においては、福岡市環境局、福岡大学工学部および国連人間居住センター（ハビタット）福岡事務所で技術検討委員会を組織し、カウンターパートとして中国の中日友好環境保護中心を選定した。福岡市環境局と福岡大学工学部は長年にわたり廃棄物埋立処分の研究を共同して実施してきた実績があり、（財）九州環境管理協会も分析などの面で協働参画している。カウンターパートである中日友好環境保護中心は中国における代表的な環境関係の研究機関であり、廃棄物処理の調査研究を通じて、福岡大学との交流や連携実績を有しており、過去3カ年にわたり北京市、西安市、上海市および広州市における廃棄物最終処分場の調査を共同で実施している。

現地調査は平成11年11月1日から13日の間に広州市および北京市で実施した。広州市においては広州市環境衛生局との技術交流および埋立地実地調査を行い、調査事項に係る情報収集とデータ収集を行った。北京市においては中日友好環境保護中心を拠点として、シンポジウム参加および埋立地実地調査を行い、本調査に係わる情報収集およびデータ収集を行った。

情報収集およびデータ収集においては次の事項を重点的に行った。

- ・ごみ組成調査・ごみ発生量調査
- ・ごみの処理処分システム調査
- ・埋立処分量調査
- ・廃棄物最終処分場の埋立処分状況調査
- ・メタンおよび二酸化炭素ガス発生状況調査(発生量測定)
- ・地理・気象条件・法制度・経済条件調査

現地調査からは、中国が直面している廃棄物問題に関する多くの情報を得ることができた。中国の大都市では人口の増加や生活水準の向上に伴って、廃棄物問題は深刻化しており、都市郊外には数十haの埋立地が建設されている。そこに搬入される廃棄物は厨芥を多く含む生活ごみが主である。しかも、埋立地のほとんどが嫌気性埋立構造であり、資金不足が原因で十分な運営・管理がなされていないため、



メタンガスの発生、悪臭の発生、浸出水の水質悪化等の問題を引き起こしている。

## 2.3 プロジェクト実施計画立案および評価

現地調査結果を踏まえ、具体的な実施内容、実施スケジュールおよび資金計画等を検討して、プロジェクト実施計画を立案した。

次に、現地調査で得られたデータ等を解析して準好気性埋立構造への転換による温室効果ガス削減量および地球温暖化抑制効果を試算し、費用対効果、プロジェクトの持続性さらにはプロジェクトの普及・実現可能性を評価した。

中国の廃棄物問題の現状を考慮した結果、沿岸部および中部の人口 100 万人以上の都市を対象地域として、5ha の実証的な準好気性埋立地の建設を行いながら準好気性埋立方式の理解と普及に努め、20ha の準好気性埋立地の建設へと発展させるプロジェクトを立案した。(表 2-1 参照)

人口とごみ原単位から廃棄物排出量の将来予測を行い、これにガス化予測式と現地で入手したごみや発生ガスに関するデータを適用して、本プロジェクトによる温室効果ガス削減量を試算した。その結果、図 2-1 に示すように、10 年間でメタンは 199 万トン（二酸化炭素換算量 4,200 万トン）削減することができ、そのための費用は二酸化炭素 1 トン当たり 99 円と計算され、本プロジェクトの有効性が確認された。

本プロジェクトの実施に際しては、福岡大学、福岡市、ハビタットおよび(財)九州環境管理協会を中心とした運営母体を組織し、カウンターパートとの連携のもとに、事前調査、事業計画策定・評価を経たのち事業実施に至る実践方法を具体化した。(図 2-2 参照)

本プロジェクトを効果的に推進・普及していくためには、カウンターパートとの連携が重要であるとともに、研修による現地関係者の人材育成が不可欠であると考えられる。

表 2-1 プロジェクト実施項目及びスケジュール

実施項目	西 暦												
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
中国候補地選定調査 (20箇所/年)	↔		↔		↔		↔		↔		↔		
準好気性埋立実証試験 (10箇所/年)		↔		↔		↔		↔		↔		↔	
大型準好気性埋立地建設 (2箇所/年)			↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔

西暦	(単位: トン/年)													累積値
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
嫌気性構造総発生量(CO2換算量, ベースライン)	0	1080556	1418386	3231526	5329374	6164679	8341098	8721030	9917587	9467963	10549462	9830475	10844406	84897541
準好気性構造総発生量(CO2換算値, プロジェクト実施時)	0	1603210	935661	3078777	2685289	4387371	3350287	4892270	3721425	5097048	3878043	5300258	4085245	43014883
ガス排出削減量(CO2換算量)	0	-522654	483725	152749	2644086	1777307	4980811	3828760	6196162	4370914	6671419	4530217	6759162	41882658

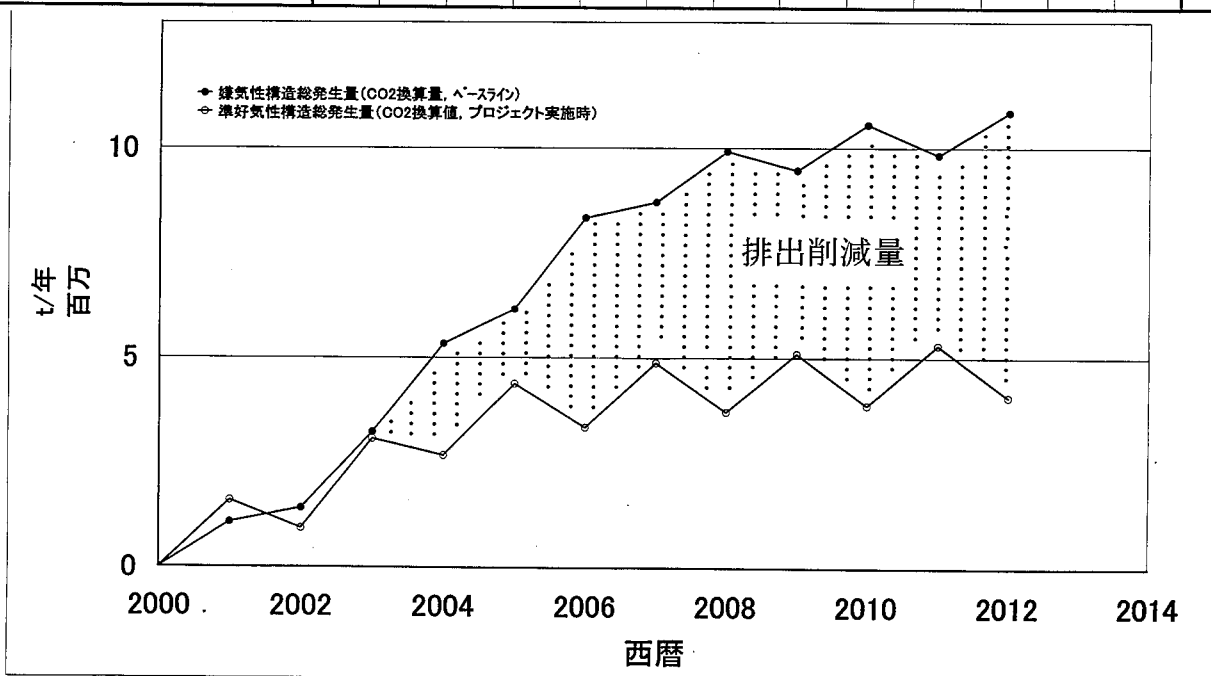


図 2-1 プロジェクト実施効果

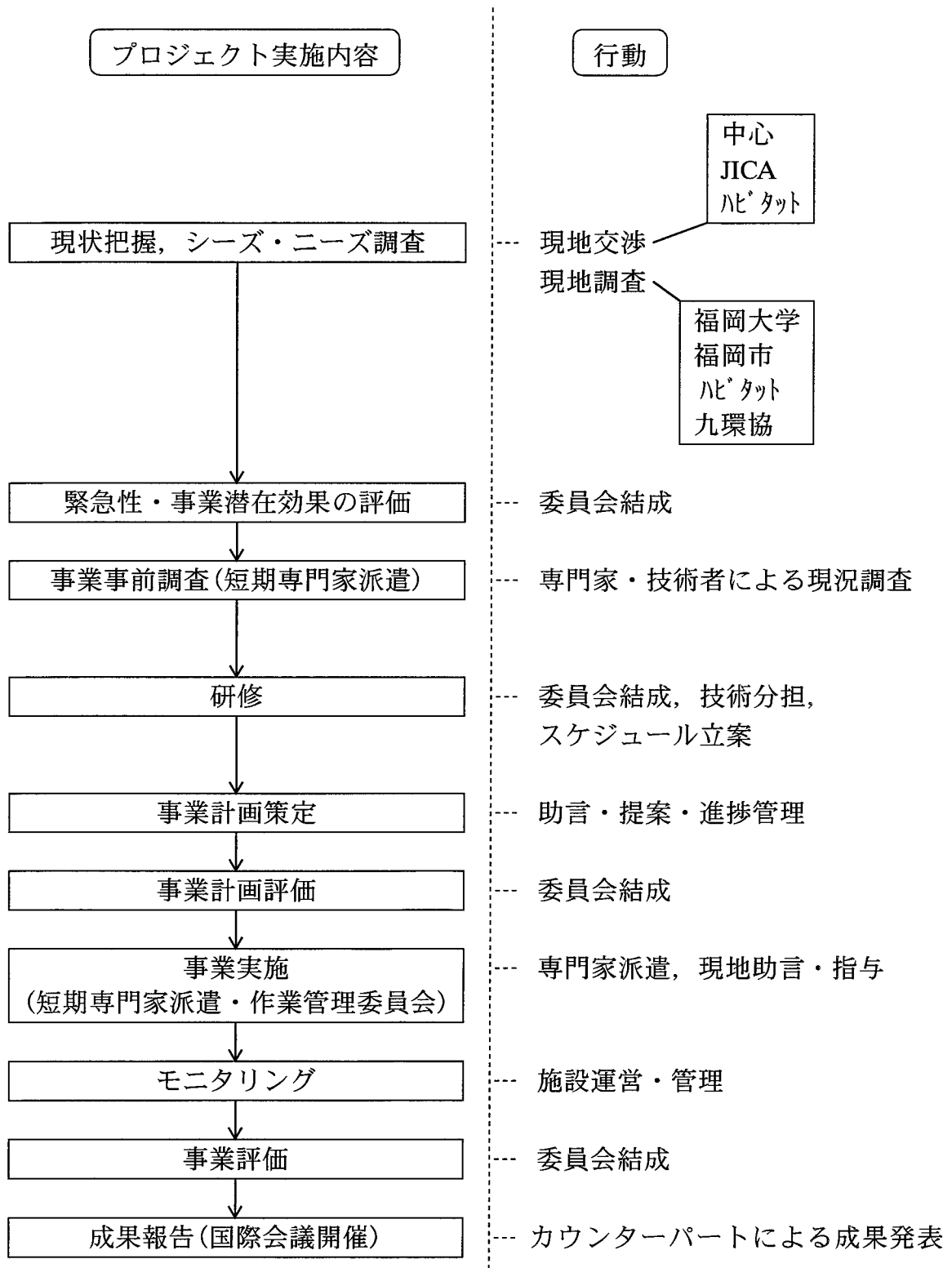


図 2-2 プロジェクトの推進フローモデル

### 3. 事前調査

中国での調査に先立ち、既に報告されている文献について JICST 等の各種データベースを用いて収集を行った。また、中国での活動経験を有する専門家等への聞き取り調査および著書の文献収集を通じて情報の整理を行った。これらの調査結果を基にして現地調査計画の策定を行った。なお、JICST 等による文献検索では、関連文献としては約 100 件あり、その内より 53 件の文献の収集を行った。

また、中国側カウンターパートおよび技術検討委員により、広州および北京での技術交流によって収集した資料についても整理した。これらの資料リストは章末にまとめて示している。

地球温暖化の原因物質は二酸化炭素やメタンガス等である。メタンガスは主に廃棄物埋立場から発生し、中国をはじめとする開発途上国の嫌気性埋立場は大きなメタンガス発生源である。埋立廃棄物の質と量および埋立構造を考慮した発生ガスの予測から、嫌気性埋立構造の準好気性埋立構造への転換が、経済的および技術的な面から開発途上国にとって最も効果的であることが明らかとなり、これを推進していくためには廃棄物最終処分技術の理解と普及が不可欠であると考えられる。

#### 3.1 文献調査による現状把握

地球温暖化とは化石燃料の燃焼に代表される人間活動の拡大によって、二酸化炭素やメタンガスなどの大気中濃度が上昇した結果、温室効果が強まり、地球の気温を上昇させるといった現象をいう。

気候変動に関する政府間パネル(Intergovernmental Panel on Climate Change ; IPCC)によれば、温室効果ガスの濃度が現在の増加率で推移した場合、21 世紀末前までに地球全体の平均気温が 1.5 ~ 4.5 °C の範囲で上昇すると予測され、その結果、海面上昇、降水パターンの変化、突発的な気象現象による災害、生態系の破壊、健康への影響など将来の地球環境にとって甚大な影響を与える可能性が十分あり得るとしている。

温室効果ガスには二酸化炭素のほかにメタンガス、亜酸化窒素、フロンといったものが挙げられるが、例えばメタンガスについては、その温室効果は二酸化炭素の20～30倍もあり、温暖化への寄与も二酸化炭素に次いで大きいと言われているのに対し、具体的な削減への取り組みはほとんどなされていない。

メタンガスの発生源としては、主に、家畜や水田および廃棄物埋立地が挙げられている。なかでも廃棄物埋立地には多量の有機物を含む廃棄物が埋立処分されていることから、埋立方法によってはかなりの量のメタンガスが発生することも予想され、廃棄物埋立地が地球温暖化に与える影響が注目されている。

一方、廃棄物埋立地においては、埋立地内部を好氣的にすることにより、埋立廃棄物中の有機物の分解を促進させ、埋立地を早期安定化させるための埋立構造の開発がなされている。このことは、埋立地からのメタンガスの発生を少なくすることを意味しており、温室効果ガスとしてのメタンガスの削減が期待されるところである。

廃棄物埋立地の埋立構造は大きく嫌気性埋立構造、好気性埋立構造、準好気性埋立構造に分けられる。嫌気性埋立構造では埋立層内に汚水が滞留し、埋立層内への空気の流入が困難となり、廃棄物層内の微生物反応が主に嫌気状態で進行する。これに対し、好気性埋立構造は埋立層内に空気をブローで強制通気し、埋立層内の微生物反応を好氣的に進行させようとするものである。準好気性埋立構造は埋立層内の汚水を排除する目的で埋立地底部に設置された浸出水集排水管の末端を常時開口することにより、外気がこの浸出水集排水管から埋立層内へ自然流入することを利用して、埋立層内の好氣的領域を拡大しようとするものである。

現在のところ、好気性埋立は経済面から実用化されるまでには至らなかったが、それに代わる準好気性埋立は浸出水集排水装置を敷設するのみで、従来の嫌気性埋立に比べて分解速度を速め、水質を良質化するという効果が立証されて、各地で実用化されるようになってきている。

メタンガスの発生は、殆どが微生物由来による自然的発生であるため、廃棄物埋立地からも多量に発生していることが分かっており、以前からその爆発の危険性、あるいは資源の有効利用の面から注目されていた。近年では、地球温暖化が全国各地でも叫ばれ、埋立地から発生するメタンガスは地球温暖化防止の面からも注目していかなければならなくなっている。

埋立地の早期安定化が図られる準好気性埋立地では、埋立地内部の好気性領域が拡大されるために、メタンガスの発生が嫌気性埋立に比べて少なくなり、その反面二酸化炭素の発生量が増える。しかし、二酸化炭素はメタンガスに比べ、温室効果が 1/21 と格段に小さいことから、結果として準好気性埋立の開発・普及は地球温暖化防止に役立てると考えられており、埋立地から発生するガスの質や量の定量的な把握が急がれている。

しかし、発生ガスの挙動については、埋め立てられる廃棄物の性状や埋立構造、あるいは埋立後の経過年によって、廃棄物の分解過程における影響因子が複雑に変化することから、発生ガスの定量的な把握は非常に困難である。

埋立地からの発生ガスに関する知見は少ないが、池口は、「埋立地における発生ガスの挙動」の中で、埋立地における発生ガスの組成や発生量について、主に欧米諸国における知見をレビューしている。このほかに我が国の埋立地から発生する総ガス量についてまとめた文献も見られる。

発生ガスの推定量は研究者によって解釈や評価が必ずしも統一されておらず、埋立地における発生ガスの定量的な把握は未だ困難な状況である。特に我が国では焼却処理技術の開発によって、埋め立てられる廃棄物の質は可燃物主体から有機物の少ない不燃物主体へと急激に変化しており、埋立構造もそれまでの嫌気性埋立から準好気性埋立に変化している。したがって、発生ガスの質や量はここ数十年で大きく変化していることが予想され、上述の推定結果では、埋立地からの発生ガスによる地球温暖化の評価が難しく、埋立廃棄物の質と量および埋立構造を考慮した発生ガスの定量的な把握や将来予測が重要となっている。

福岡大学では埋立模型槽を利用して発生ガスの組成や発生量あるいは浸出水水質の調査を 20 年にわたって行っている。そして、埋立模型槽による実測データに基づき、好気性埋立および嫌気性埋立に関するガス発生量の予測モデル式を提案し、好気性埋立は嫌気性埋立に比べ、温室効果ガスの発生量が 85 %抑制できることを明らかにしている。

さらに、ガス化する割合と汚濁物質として流出する割合についても、埋立構造によって大きく異なることを指摘している。ガス化と溶出の比は、準好気性埋立が 6 : 4、嫌気性埋立が 2 : 8 となっており、嫌気性埋立は溶出が主体で、ほとんどが汚濁物質として流出している。これに対し、準好気性埋立はガス化する割合が嫌気

性埋立の約4倍と大きく、汚濁物質の流出が嫌気性埋立に比べて軽減される構造であることも明らかにしている。このように、短期間で埋立構造の違いが廃棄物の分解過程に大きく影響を及ぼしていることが分かる。

福岡大学では埋立模型槽による実測データを基に提案したガス化率予測モデル式を用い、我が国の埋立地から発生する温室効果ガス（CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>）の発生量を推測し、既存文献値と比べても大きな差はなく、本モデルの有効性が支持されている。さらに、埋立構造別のガス化率予測モデル式を基に、我が国およびASEAN諸国における埋立地からの温室効果ガスの発生量を算出し、廃棄物埋立地が地球温暖化に寄与する割合を把握するとともに、有効な削減対策について検討を行っている。その結果、現在、廃棄物の処理処分を直接埋立に頼っているASEAN諸国では、各国の経済力と技術力を考慮すると、温室効果ガスの具体的な削減対策として、埋立地を準好気性埋立構造へ転換することが最も効果的であると述べている。

### 3.2 専門家ヒアリングによる現状把握

中国では近年、市民の生活習慣が「節約型」から「使い捨て型」に転換しているため、今後、都市生活系ごみは増加の一途をたどるものと考えられる。北京、西安、上海、広州における現地調査からは、大量のごみが郊外まで運搬され野積みされており、ごみ問題は急速な都市化の下で中国各地の生活環境を悪化させ、都市の建設と発展に支障を及ぼしかねない状況となりつつある。

中国の埋立処分場が抱える具体的な問題点は次のとおりである。

- ・埋立作業面が広く、転圧が不十分で、十分な覆土がなされておらず、廃棄物の飛散、蠅の発生が多く非衛生的である。このため、1日の搬入量から埋立作業面積を計算し、確実に覆土できるようにすると同時に、区画堤の設置およびマウンテナップ工法を採用する必要がある。
- ・堆積場の撤廃に伴い易分解性の廃棄物の搬入量が増加し、埋立地からの発生ガス濃度も高くなると予想され、早急にガス抜き管を設置する必要がある。
- ・雨水の排除がなされておらず、浸出水が埋立層内に滞水し、埋立面が軟弱になっている。
- ・浸出水処理槽による汚濁物の除去は全く効果がない。堆積場の撤廃に伴い浸出水中の有機物濃度は上昇するものと予想されることから、嫌気性消化処理も含めて、将来的に現行処理システムの見直しと浸出水量の低減化が必要となる。
- ・埋立作業に対する工夫はほとんど見られず、オープンダンピングに近い状況にある。このため、埋立作業に関する技術導入と作業員の実務研修が必要である。

このような状況を呈している中国の廃棄物埋立地に対しては、準好気性埋立構造への転換は次のような理由から適切かつ有効であると考えられる。

- ・自然界に備わっている浄化能力を有効に活用し、廃棄物を安定化させる方式であり、機械や装置の面での技術的要求度は低い。
- ・埋立廃棄物の分解が促進され浸出水が良質化する。
- ・メタンガスの発生が抑制され地球温暖化防止に寄与できる。
- ・安定化が促進されるために埋立跡地の早期活用が可能となる。その際には適切な用途の検討とモニタリングが必要である。
- ・費用対効果が高く、システムの基本である工学部分は容易で、しかも資材選



択の自由度は高く、種々の材料が活用できる。

- ・建設・維持管理は容易だが、効果を活用していくには、浸出水質などのモニタリングを継続的に行うことが重要である。

福岡大学と福岡市は連携して廃棄物最終処分技術の研究を進め、準好気性埋立構造を開発し、日本で初めて準好気性埋立構造の埋立処分場を建設し、その後も埋立処分場の改善に取り組んできており、廃棄物最終処分技術・ノウハウの蓄積を重ねてきている。したがって、環境問題、とりわけ廃棄物処理の問題は福岡大学および福岡市がアジア太平洋諸国に対し大いに貢献できる分野の一つといえる。

福岡大学および福岡市の廃棄物処理分野における活躍は目覚ましいものがあり、いくつもの国際的な技術協力の活動実績を有している。最近の活動内容は次のとおりである。

- ・アジア太平洋都市サミット第2回実務者会議の開催（平成9年11月）
- ・中国広州市との環境行政交流および協力（平成9年8月）
- ・マレーシア国・イポー市との環境行政交流および協力（平成10年10月）
- ・国連人間居住センター（ハビタット）を通じたイラン国・テヘラン市への技術協力（平成10年4月～）
- ・国際協力事業団（JICA）との連携（1988年～1990年）
- ・マレーシア廃棄物埋立技術研修協力（平成11年9月）

これらの活動においては、参加都市相互間の情報や意見の交換を行うとともに、福岡大学および福岡市が今までに蓄積してきた埋立に関する技術を中心に実技研修を実施し、参加都市に対して技術面での指導・助言を行っている。

実技指導においては、アジア諸都市で容易に入手可能な竹や廃ドラム缶等の材料を使用しての準好気性埋立構造による改善方法を実技指導し、参加者の多大な関心を誘発して、活発な意見交換が行われている。

さらに、福岡大学および福岡市は、内外の諸都市や国連ハビタット、国際協力事業団（JICA）などの関係機関と連携を取りながら廃棄物処理問題に積極的に取り組んでいきたいと考えている。

### 3.3 現地調査方法の策定

現地調査地点は広州市および北京市とし、調査期間は平成11年11月1日から13日とした。調査員は松藤康司（福岡大学）、立藤綾子（福岡大学）、境道啓（福岡市）、岡村正紀、辻勝也および藤原浩二（以上、九州環境管理協会）の6名とした。調査行程は表3-1に示すとおりである。

現地ではカウンターパートである全浩博士および周北海博士（以上、中日友好環境保護中心）の協力を得ながら、技術交流の場や現場作業を通じて情報・資料およびデータの収集を行う。調査内容は以下に示す事項とした。

#### （聞き取り調査）

- ・ ごみ組成・ごみ発生量
- ・ ごみの処理処分システム
- ・ 埋立処分量
- ・ メタンガス発生状況
- ・ 浸出水発生・処理状況
- ・ 地理・気象条件・法制度・経済条件

#### （現場調査）

- ・ 廃棄物最終処分場の埋立処分状況
- ・ メタンおよび二酸化炭素ガス発生量測定  
（ガス検知器、検知管、石鹼膜流量計、熱線式風速計、デジタル熱電対温度計）

#### （資料収集調査）

- ・ 廃棄物の性状・発生状況および処理処分状況
- ・ 地理・気象条件・法制度・経済条件等

表 3-1 調査行程

月日	行 程	現地聞き取り調査	現場調査	資料収集調査
11/1 (月)	広州市へ移動	——	——	——
11/2 (火)	・広州市環境衛生局との技術交流	——	——	・広州市環境衛生資料
11/3 (水)	・広州市中山大学との技術交流 ・河東ごみ圧縮所視察 ・大田山処分場視察	・中山大学埋立場関連研究 ・ごみ処理状況 ・大田山埋立状況	——	——
11/4 (木)	・大田山埋立場作業	・埋立状況 ・ガス発生状況 ・ガス利用方法 ・水処理方法	・ガス試料採取及び検知管による測定	・処分場地図
11/5 (金)				
11/6 (土)	・李坑埋立場作業 ・広州市環境衛生研究所との技術交流	・李坑埋立場埋立状況及びガス発生状況 ・興豊埋立場計画内容	・李坑埋立場ガス試料採取及び測定	・興豊埋立場計画資料
11/7 (日)	北京市へ移動	——	——	——
11/8 (月)	・中日友好環境保護中心視察	・北京市のごみ処理状況	——	・論文集
11/9 (火)	・第2回中日固体廃棄物処理技術研究会参加			
11/10 (水)	・六里屯埋立場視察 ・北神樹埋立場視察	・ごみ埋立状況	・ガス採取及び測定	・埋立地紹介資料
11/11 (木)	・中国環境科学研究院技術交流	・北京市のごみ処分状況	——	・ごみ処理施設紹介資料
11/12 (金)	・中日友好環境保護中心実験	・実験槽内ごみ性状	・ガス採取及び測定	——
11/13 (土)	福岡市へ移動	——	——	——

## 【文献および資料】

- ・環境庁編；平成5年度版 環境白書(総説)
- ・霞が関地球温暖化問題研究会編訳；IPCC 地球温暖化レポート，中央法規(1991)
- ・花嶋正孝；第3回日本廃棄物処理会議資料(1976)
- ・花嶋正孝；廃棄物の好気性埋め立てに関する研究，九州大学学位論文，1985
- ・花嶋正孝；東南アジアのごみ処理，都市と廃棄物，Vol.20，No.4，1990
- ・厚生省水道環境部；廃棄物最終処分場指針解説，1989年度版，(社)全国都市清掃会議
- ・池口孝；埋立地における発生ガスの挙動(その1)，都市清掃，第35巻，第130号，1983
- ・池口孝；埋立地における発生ガスの挙動(その2)，都市清掃，第36巻，第132号，1983
- ・池口孝；埋立地における発生ガスの挙動(その3)，都市清掃，第36巻，第134号，1983
- ・池口孝；埋立地における発生ガスの挙動(その4)，都市清掃，第37巻，第138号，1984
- ・渡辺征夫，宮崎正信，田中勝；地球温暖化と廃棄物処理，廃棄物学会誌，Vol.3，No.1，pp.27-38，1992
- ・安田憲二；廃棄物処理に伴う二酸化炭素，メタンの排出とその対策，都市清掃，第43巻，第175号，1990
- ・井上雄三，田中勝；都市ごみ埋立処分場における温室効果ガス(CH<sub>4</sub>)排出量の推定法とその抑制対策の検討，第14回全国都市清掃会議研究発表会講演論文集，1993
- ・小林栄己，田中綾子，松藤康司，花嶋正孝；埋立構造の違いによる温室効果ガスの発生(2)，第4回廃棄物学会研究発表会講演論文集，pp.437-440，1993
- ・小林栄己，田中綾子，松藤康司，花嶋正孝；埋立構造の違いによる温室効果ガスの発生(3)-ガス測定方法の検討-，土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.290-291，1994
- ・朴祥徹，島岡隆行，花嶋正孝，加藤秀平；埋立廃棄物から発生する温室効果ガスについて，第3回廃棄物学会研究発表会，pp.431-434，1992
- ・松藤康司；廃棄物埋立の微生物分解過程に関する研究，関東学院大学学位論文，1992
- ・松藤康司，花嶋正孝，長野修治，柳瀬龍二，向野由紀，永井恵子，島岡隆行；循環式準好気性埋立の実用化に関する研究，第7回全国都市清掃会議研究発表

会講演論文集, pp.204-207, 1986

- ・松藤康司, 花嶋正孝, 島岡隆行, 柳瀬籠二, 周 北海; 中国主要都市における埋立地の事例研究(その1) - 北京市・西安市の一般廃棄物埋立地 -, 第17回全国都市清掃研究発表会講演論文集, pp.247-249, 1996
- ・松藤康司, 田中綾子, 周 北海, 王 偉; 中国主要都市における埋立地の事例研究(その2) - 上海市・広州市の一般廃棄物埋立地 -, 第18回全国都市清掃研究発表会講演論文集, pp.245-247, 1997
- ・松藤康司, 真次寛, 周北海, 川鍋茂, 藤岡直行; 中国主要都市における埋立地の事例研究(その3) - 広州市廃棄物埋立地改善実験 -, 第19回全国都市清掃研究発表会講演論文集, pp.262-264, 1998
- ・松藤康司, 花嶋正孝, 長野修治, 田中綾子, 細見正明; 埋立構造の違いによる温室効果ガスの発生, 第3回廃棄物学会研究発表会講演論文集, pp.427-430, 1992
- ・松藤康司, 花嶋正孝, 長野修治, 田中綾子; Generation of greenhouse effect gases from different landfill types, *Engineering Geology* 34, pp.181-187, 9/1993
- ・松藤康司, 立藤綾子; 埋立構造の違いによる温室効果ガスの発生と制御, *廃棄物学会誌*, 第8巻, 第6号, pp.438-446, 1997
- ・松藤・花嶋他1名; マレーシア国における循環式準好気性埋立システムの事例研究, 第14回全国都市清掃研究発表会講演論文集(1993.2), 全国都市清掃会議
- ・松藤・花嶋他4名; マレーシア国における循環式準好気性埋立システムの施工事例, 第15回全国都市清掃研究発表会講演論文集(1994.2), 全国都市清掃会議
- ・細見正明, 佐々木祐治, 白井規善, 井上元, 小林守; 廃棄物埋立地からのメタン放出量と気象条件との関係, *廃棄物学会誌*, Vol.3, No.4, pp.71-77, 1992
- ・一般廃棄物最終処分場; (財)日本環境衛生センター, 1992
- ・染谷孝; 福岡市東部埋立地の全埋立ごみ組成の推定, 1990年8月
- ・アジア大都市廃棄物問題国際会議と北九州宣言-後編-, *都市と廃棄物*, Vol.19, No.12, 1989
- ・加藤秀平; 国際協力の推進について, *都市清掃*, 第39巻, 第151号, 1986
- ・鈴木安次; 北九州市における公害対策・廃棄物処理に関する国際協力について, *都市清掃*, 第42巻, 第169号, 1989
- ・中国21世紀議程(中国の「アジェンダ」21; 21世紀における中国の人口・環境および開発に関する白書)p.66, 中国環境科学出版社(1995年5月)
- ・平尾 実, 磯野通雄, 境 道啓; 廃棄物処理分野における国際協力の取り組みについて(報告), *都市清掃*, 第52巻, 第229号, pp.147-151, 1999

- ・ 谷川昇, 武本敏男; 自治体の最近の調査研究から(その 2) 廃棄物埋立処分場からのメタン発生量の推定, 都市清掃, VOL.51, NO.224 PAGE.283-286, 1998
- ・ 谷川昇, 武本敏男; 埋立地の環境に関する課題 大気環境中の炭化水素の測定(第 2 報), 東京都清掃研究所研究報告, NO.26(1996) PAGE.172-174, 1997
- ・ 武本敏男, 谷川昇; 大気環境中の炭化水素の測定, 東京都清掃研究所研究報告 VOL.1995, PAGE.226-227, 1997
- ・ 加賀谷秀樹, 百川和子, 佐藤信俊, 宮崎栄一郎; 宮城県におけるメタン濃度の変動について 第 2 報, 宮城県保健環境センター年報, NO.11(1992), PAGE.78-82, 1993
- ・ 中村豊; 埋立処分場発生ガスに関する調査, 東京都清掃研究所研究報告, VOL.1987 PAGE.176-190, 1989
- ・ 国際協力事業団; 中華人民共和国西安市生活廃棄物処理計画調査主報告書, 1990
- ・ 小島麗逸; 地球環境の未来を予兆させる中国の環境悪化, 季刊中国研究, 第 25 号, 1992
- ・ 井村秀文, 勝原健; 中国の環境問題, 東洋経済新報社 (1995)
- ・ 若林敬子; 中国の人口問題と社会変動, 新曜社 (1996)
- ・ 新星出版社; 中国 1996 年版, 1997 年版, 1998 年版, 1999 年版
- ・ 財団法人国際開発センター; IDCJ forum, 第 19 号 (1999)
- ・ 広州市建設委員会, 広州市環境衛生局; 広州市環境衛生総合計画, 中国環境科学出版 (1999)
- ・ 中日友好環境保護中心他; 衛生理立への改善設計, 中日固体廃棄物処理技術検討会論文集, pp.169-212, 1997
- ・ 中国環境科学会固体廃棄物専門委員会, 国家環境分析測定中心; 第 2 回中日固体廃棄物処理技術検討会論文集 (1999)
- ・ 黄愛軍, 田洪海; 生活ごみの燃焼処分についての初検討, 第 2 回中日固体廃棄物処理技術検討会論文集, pp74-78, 1999
- ・ 韓光福; 中国民間企業による都市生活ごみ燃焼処分技術開発の必要性, 第 2 回中日固体廃棄物処理技術検討会論文集, pp134-139, 1999
- ・ 劉文治, 金雨雁, 張翼, 宋会; 都市生活ごみの生態化処分技術, 第 2 回中日固体廃棄物処理技術検討会論文集, pp229-242, 1999
- ・ YasushiMatsufuji; A Road to Sanitary Landfill, October 1990, JICA/MHLG
- ・ EMCON Associates, Methane Generation and Recovery from Landfills, Ann. Arbor Science, 1980

- MOSHER B W, et al ; Methane Emissions at Nine Landfill Sites in the Northeastern United , Environ. Sci. Technol., VOL.33, NO.12, PAGE.2088-2094, 1999
- DE VISSCHER A, et al. ; Methane Oxidation in Simulated Landfill Cover Soil Environments, Environ. Sci. Technol., VOL.33, NO.11, PAGE.1854-1859, 1999
- The monitoring of landfill gas second edition. Landfill Gas Generation, Wastes Manag. NO. Monitoring of Landfill Gas, PAGE.9-10, 1999
- JUC ·· J F T, et al ; Monitoring of environmental recuperation of the Muribeca Municipal Solid Waste Landfill, Environ. Geotech. , VOL.2 PAGE.485-489, 1998
- CLEMENT B, et al ; Improvement of landfill biogas productivity by leachate recycling, Biomass Energy Ind. Environ., PAGE.606-610, 1992
- EL-FADEL M, et al ; A numerical model for methane production in managed sanitary landfills, Waste Manage. Res., VOL.7, NO.1, PAGE.31-42 1989)
- BAGCHI A, et al. ; More effective methane gas monitoring at landfills, Public Works, VOL.117, NO.12, PAGE.44-45, 1986
- United Nations. World Urbanisation Prospects ; The 1994 Revision. ST/SER.A/150

## 4. 現地調査

北京市や広州市をはじめとして中国の大都市は地球温暖化対策や廃棄物問題に対して積極的に取り組んでいるが、その大部分が外国からの援助に頼っている。中国大都市では人口の増加や生活水準の向上に伴って、廃棄物問題は深刻化しており、都市郊外には 10 ～ 50ha の埋立地が建設されている。それらのほとんどは嫌気性埋立構造であり、資金不足が原因で十分な運営・管理がなされていないため、メタンガスの発生、悪臭の発生、浸出水の水質悪化等の問題を引き起こしている。このような廃棄物問題に直面している都市にとっては準好気性埋立方式が果たす役割は大きく、廃棄物関連機関およびその職員の関心は強く期待も大きい。

### 4.1 中華人民共和国の地球温暖化対策に係る施策・方針

中国における地球温暖化対策に係る資料はほとんどなく、北京市において実施された国家的な研究例があるのみである。この研究は 1992 年 10 月に交わした中国科学技術委員会とカナダ環境省の委託事項として、翌年の 1 月から北京市をモデル地区として開始され、同年 12 月まで行われた。その成果は 1994 年 2 月に北京市環境監視中心から“北京市の温室効果ガスと予備的抑制策”として報告されている。

報告書では、北京市の温室効果ガス排出量の現状を把握して排出目録を作成し、10 年後および 20 年後の温室効果ガス排出量の予測を行っている。さらに、排出抑制策についても言及している。

北京市のエネルギー源は石炭であり、大気汚染物質は石炭燃焼に伴って発生する二酸化硫黄と浮遊粒子状物質である。最近は自動車台数の急激な増加に伴って、自動車排出ガスがもう一つの大気汚染問題を引き起こしつつある。北京市の温室効果ガス排出目録を作成するに当たっては、代表的な温室効果ガスである二酸化炭素とメタンを対象に選定し、これらのガスの人為的発生源からの排出量を見積もっている。ただし、二酸化炭素については、その発生源が生物体である場合は排出量の計算はするものの、総排出量としての評価の中には加えないとしている。



北京市の 1991 年における二酸化炭素排出量は 6,439 万トンと見積もられ、そのうちの 76 %が化石燃料の燃焼に起因するものである。工業生産および輸送に伴う排出量は、それぞれ 16 %および 8 %を占めている。(図 4-1 および図 4-2 参照)

メタンでは廃棄物処分場が最大の発生源であり、総排出量 33.18 万トンのうちの 46 %を占めている。次に多い発生源は石炭採鉱場であり、排出量全体の 37 %を占めている。そのほかの発生源には水田、家畜、肥料および燃料燃焼があり、排出量全体に占める割合はそれぞれ 6 %、5 %、4 %および 2 %である。

北京市は経済、エネルギー需給、輸送、環境保護等の開発を積極的に推進しようと計画しており、この計画には温室効果ガスの多大な排出を伴うことが予想される。そこで、この北京市開発計画を実行した場合の将来の温室効果ガス排出量を 2000 年および 2010 年について予測している。(図 4-3 および図 4-4 参照)

2000 年の二酸化炭素排出量は 9,129 万トンと予測され、そのうち化石燃料の燃焼および工業生産に伴う排出がそれぞれ 83 %および 17 %を占めている。2010 年には 12,717 万トンと予測され、化石燃料の燃焼および工業生産に伴う排出はそれぞれ 86 %および 14 %を占めている。2000 年および 2010 年においても二酸化炭素の最大の排出源は化石燃料の燃焼であり、この傾向は 1991 年と変わっていない。1991 年を起点とした時の二酸化炭素の増加率は、2000 年において 42 %、2010 年では 98 %となっている。(図 4-1 および図 4-2 参照)

メタンの排出量は 2000 年で 42.22 万トンと予測され、そのうち廃棄物からの排出が 54 %を占めている。2010 年には 47.12 万トンと予測され、廃棄物からの排出は 57 %を占めている。2000 年および 2010 年においてもメタンの最大の排出源は、1991 年と同様に廃棄物処分場である。1991 年を起点とした時のメタン排出量の増加率は、2000 年において 28 %、2010 年では 44 %となっている。(図 4-3 および図 4-4 参照)

温室効果ガスの排出抑制策としては、第 1 段階として技術的および経済的な削減措置を、第 2 段階として削減技術推進政策も検討している。これらの抑制策は温室効果ガスの排出抑制のための行動計画の指針にはなり得るし、費用的に最も有効な手法を提示できると期待している。さらに、温室効果ガス放出とエネルギー消費を同時に削減する場合の理論的かつ実地的な抑制策であるともいっている。これらの抑制策はエネルギーの最終消費と温室効果ガスの放出を考慮して 6 分野(ボイラー、

ヒーティング、建築物、輸送、電気、価格)に分類され、それらの抑制策が相互に作用し合うように計画立案されることにより、さらに効果が発揮されると評価している。そして、抑制策は普及と改善がなされる必要があり、それによって期待される影響が定量化できるようになり、その積み重ねによって普及モデルとしての有効性と適用性が認められると結論している。

最後に、中国とカナダの共同研究は 2 つの勧告を提示している。“エネルギー計画に備えた温室効果ガス排出モデルの確立”と“エネルギー保存型建築物の実演”がそれである。

北京市ではエネルギー消費が温室効果ガスの最大の排出源となっており、温室効果ガスの排出を削減するためにはエネルギーの生産と消費の分野でエネルギー効率を上げることが重要である。そのためには、生産、輸送および最終消費の各段階でエネルギーロスを少なくし、同時に、多くの分野でエネルギー需要が上昇するのを制御する必要がある。また、温室効果ガス排出とエネルギー開発を関連付けたモデルを確立しておけば、エネルギー開発計画を着実に推進したり、エネルギー計画に環境影響を配慮させたり、温室効果ガスやそのほかの大気汚染物質の排出を制御したりする際に大いに役立つ。

北京市には断熱性能が優れた建築物が非常に少なく、冬になると暖房のためにたくさんの燃料が消費される。現在、年間に床面積五万平方メートルの割合で、新しい住居用建築物を建設する計画が進行している。デモンストレーションを目的としたエネルギー保存型建築物を建設することは北京市にとっては急務である。そこでは、エネルギー効率に優れた技術、材料、製品、模範および管理方法が駆使され、普及のための実験データが集められる。北京市環境保護局と北京市都市建設開発公社はこの計画に興味を示している。

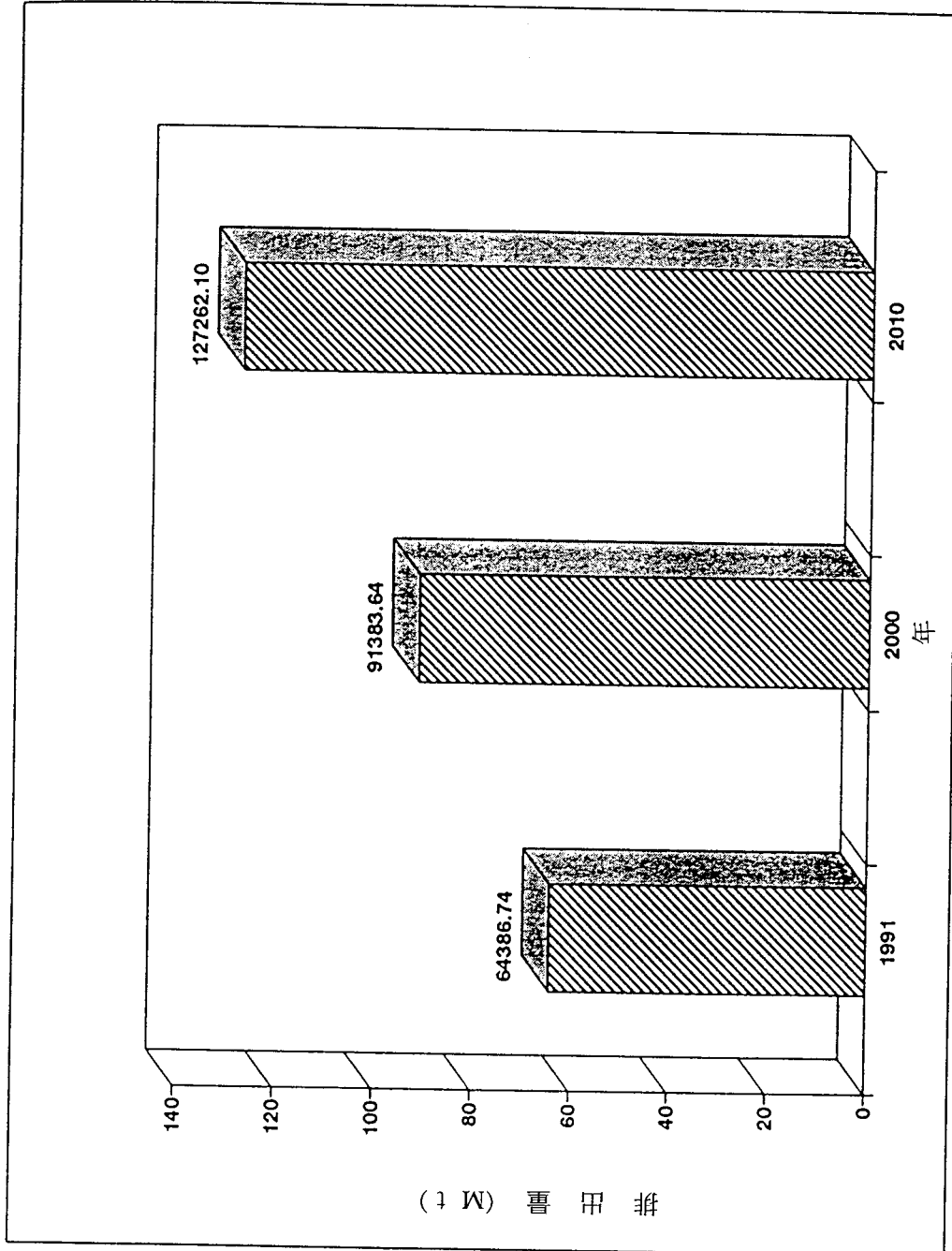


図 4-1 北京市の二酸化炭素排出量の予測

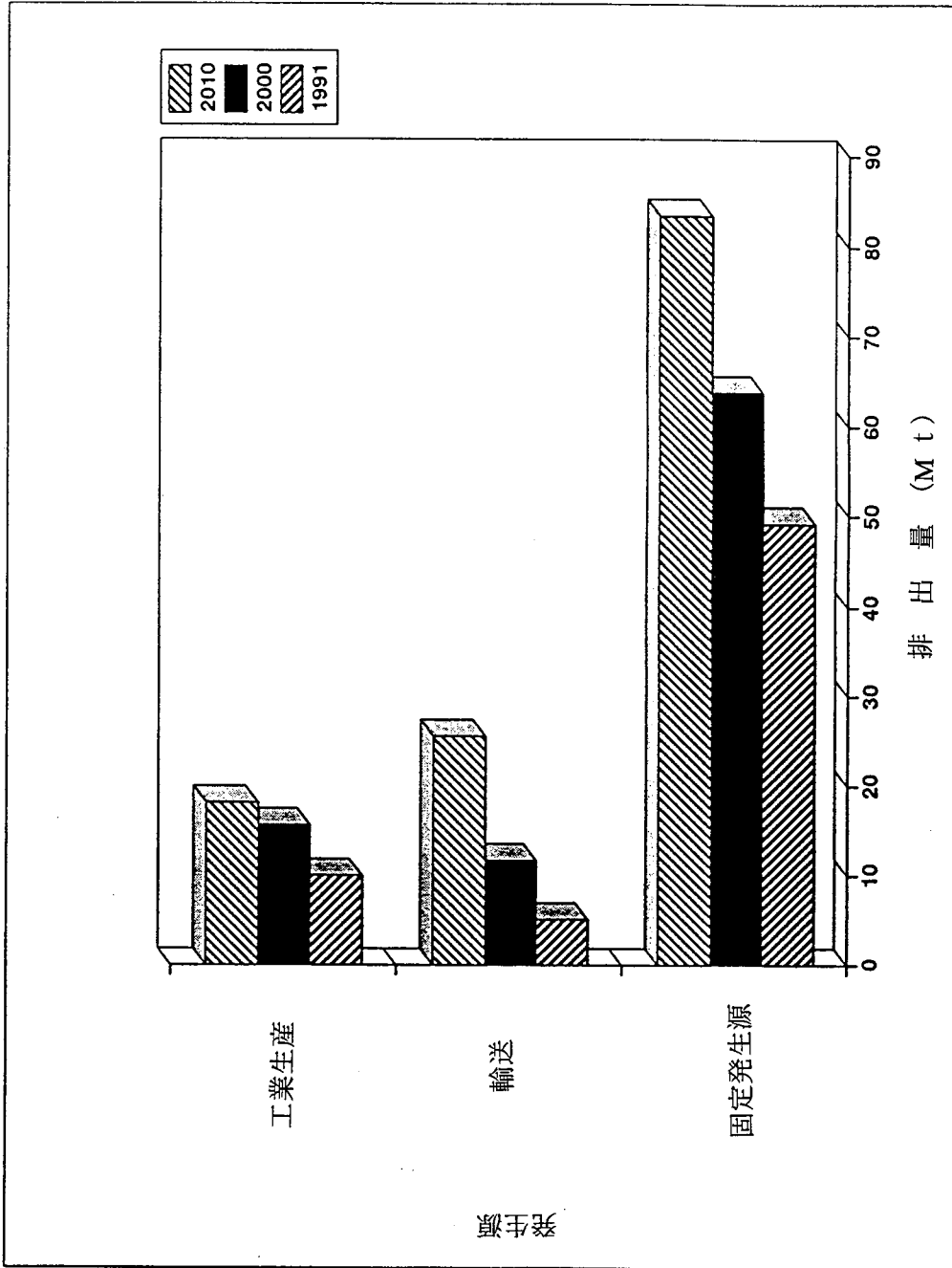


図 4-2 発生源別の二酸化炭素排出量の予測

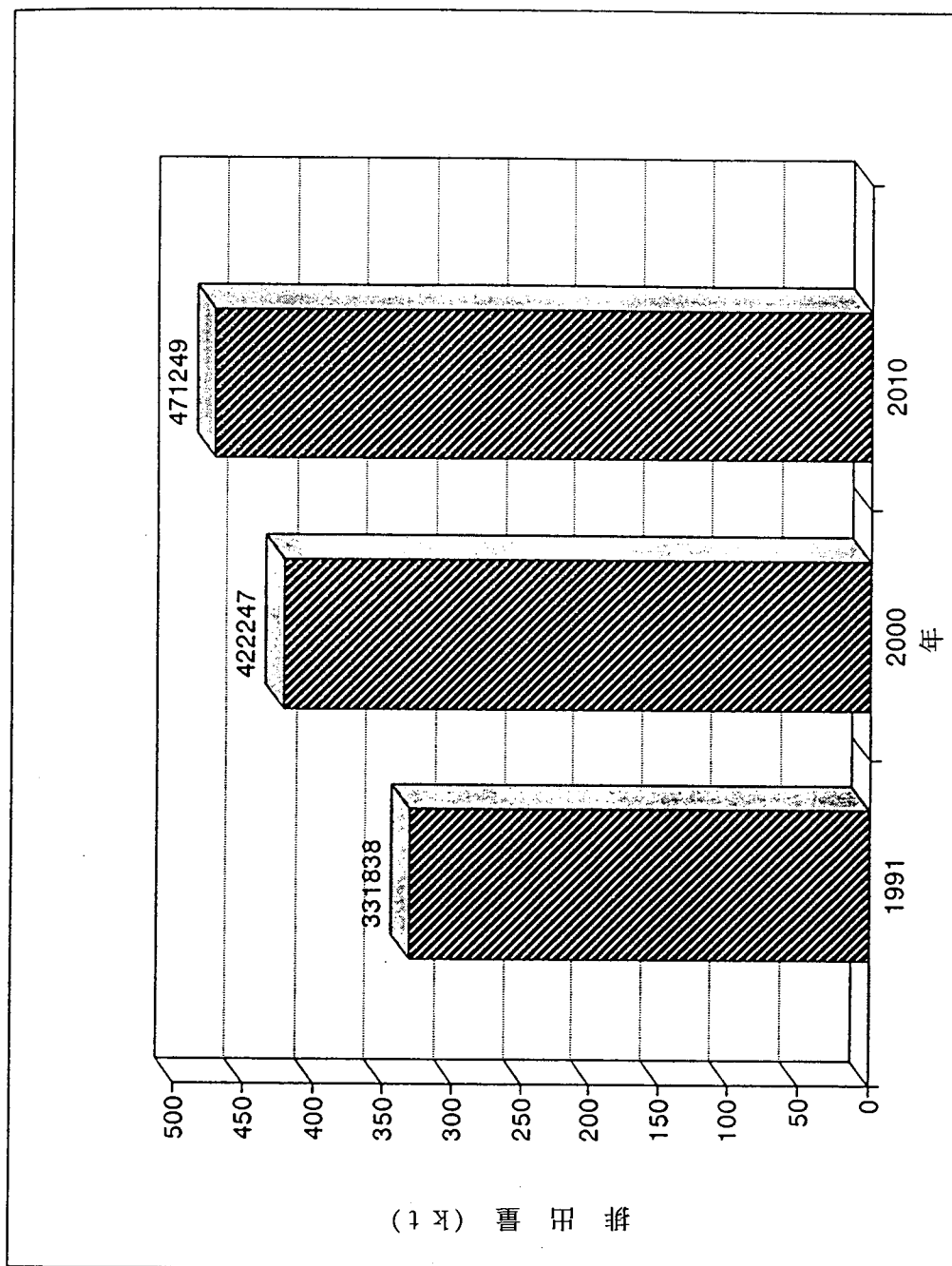


図 4-3 北京市のメタン排出量の予測

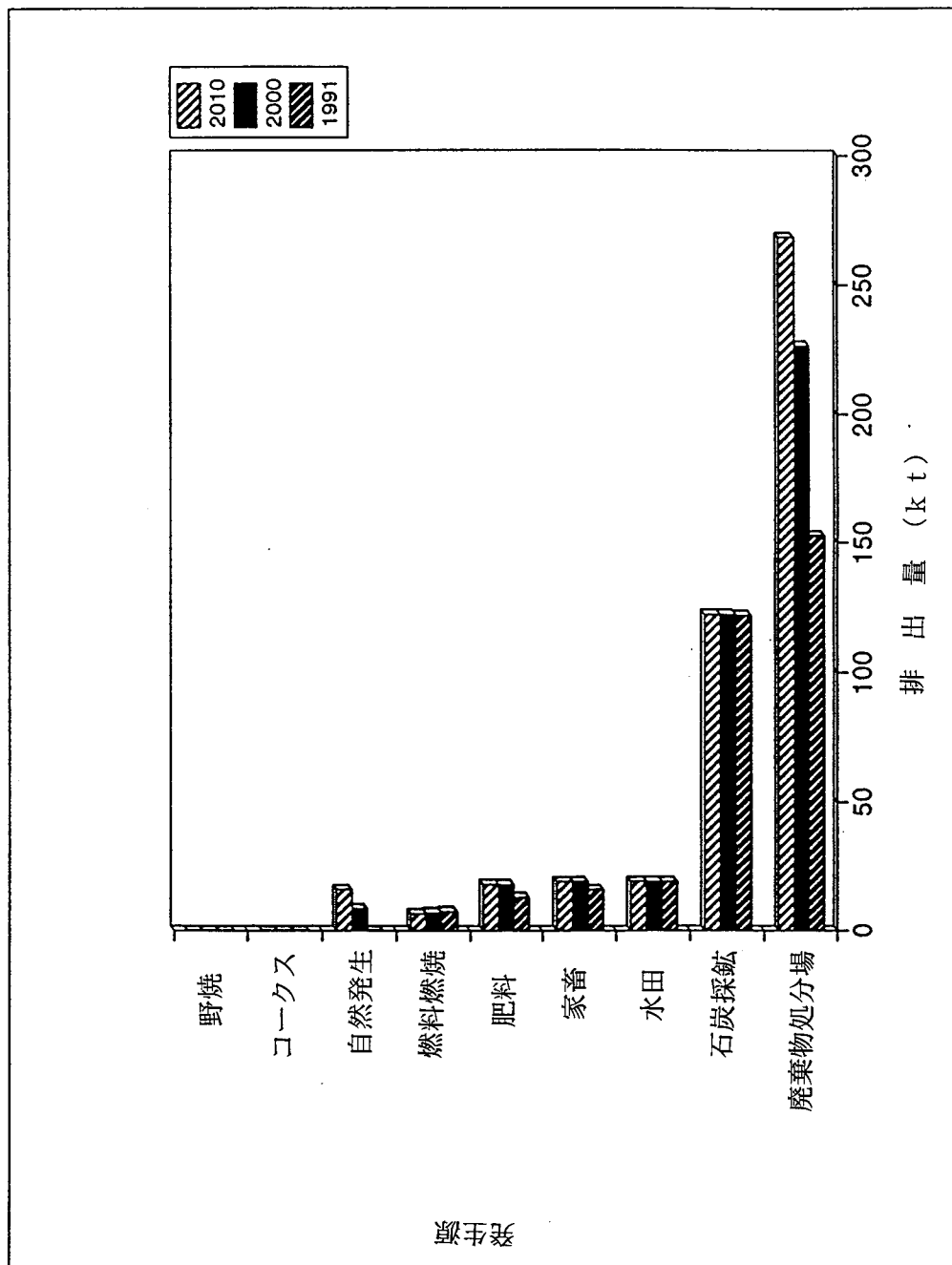


図 4-4 発生源別のメタン排出量の予測

## 4.2 中華人民共和国の都市概況

中国の各省、自治区、直轄市の面積および人口を図 4-5 および表 4-1 に示す。中国の人口は 1995 年に 12 億人を突破し、毎年約 1 % でなおも増加している。以下に、中国の南部沿岸部、北部沿岸部および中部の代表的都市の概況を述べる。

### (1) 広州市

広州市は中国の南部の広東省に属している。南シナ海に近く、珠江デルタの北部に位置しており、面積は 7,434km<sup>2</sup>、人口は 674 万人（1997 年）である。広州市は北緯 22° 26' から 23° 56' まで、東経 112° 57' から 114° 03' までの間に位置し、亜熱帯気候に属している。海洋性気候に影響され、夏は暑く、冬は暖かい。年間平均気温は 22.4℃、年間温度差は 15℃から 17℃である。雨が多く、年間平均降雨量は 1,987.1mm、相対湿度は 77 % である。地理的条件に恵まれ、昔から広東省の政治・経済・文化・科学技術・情報・交通の中心であり、中国南部の海外経済活動の窓口である。広州市はまた、悠久な歴史と文化を持つ都市であり、華僑の故郷であり、国際観光都市でもある。中国の開放都市の一つであり、総合改革実験区域でもある。そして、華南の最大の商業センター、金融センター、軽工業・紡績工業センターである。

社会経済面では、1995 年の広州市国内総生産は 1,243.07 億元で一人当たり 1.9 万元に達し、1990 年に比べてそれぞれ 1.47 倍および 1.24 倍に増加した。その時期には都市建設が盛んに行われ、古い都市区域の改造と新しい都市区域の建設が行われた。第 8 次 5 ヶ年計画のとき不動産開発投資は 575 億元で、第 7 次 5 ヶ年計画より 522 億元増加し、年間平均増加率は 30 % くらいで、地方財政収入と都市建設維持税金収入の増加率は国内総生産の増加率より低かった。地方財政支出と都市建設維持税金支出の増加率は国内総生産の増加率とほぼ同じであった。地方財政と都市建設維持税金の収入と支出は 1993 年、1994 年以降に逆転し、さらにその差は広がっている。

住民の生活パターンは経済の発展と個人収入の増加によって変化した。1995年の都市住民一人当りの年間収入は8,553元であり、物価上昇分を除いて、1990年より68.3%増加し、年間平均10.98%増加した。住民の食料費に当てる支出の割合は減少し、エンゲル係数は1990年の0.612から1995年の0.502に減少した。家庭用品、交通、通信、娯楽、文化、教育、医療保険等に支出する割合が増えている。日常生活に必要な消費以外の支出は収入レベルによって差が大きく、低収入レベルのエンゲル係数は0.90～0.95、中級収入レベルでは0.83～0.86、高収入レベルでは0.64～0.70である。(資料：広州市環境衛生総合計画)

## (2) 北京市

北京市は中国の首都であり、政治・文化・交通の中心地で、上海、天津とともに中央政府の直轄市である。華北平原の西北端に位置し、面積は1.68万km<sup>2</sup>、人口は1,240万人(1997年)である。

中心市街地は格子状に区画されており、市の中心に天安門がある。中央省庁の大部分は中心市街地の西部に集中し、日本大使館をふくむ各国大使館は東部の建国門周辺に立ち並んでいる。中心市街地をとりかこむように、周辺には工業・文教地区が広がっている。北西郊は市内の4割の大学、4分の1の国立研究機関が集中する文教地区で、中国の頭脳地区といわれている。

南東の平野部を中心に農耕地が広がり、その面積は市域面積の約30%を占める。近郊農村は市民や旅行者に供給するための野菜や畜産物の生産基地である。

北京市はもともと消費都市であったが、現在は鉄鋼(首都鋼鉄公司)、石油化学(燕山石油化学コンビナート)をはじめ、機械・電機・電子・紡績などの工業が発達する中国有数の工業生産地域に成長した。近年、小売業への外資導入をはじめ、海淀区にある技術開発区へハイテク導入のために外資系企業を誘致するなど、対外経済交流を活発にすすめている。1994年末までに外資直接投資額は13億7,157万ドルに達し、三資(合弁、合作、全額外資)企業は8,855社にのぼり、外国企業の常駐事務所は20,000社をこえている。



また、北京市は中国の代表的な観光都市としても知られ、外国人観光客数、観光外貨収入は国内1位を占めている。古都にふさわしい第一級の名勝史跡にめぐまれており、北京ダックに代表される北京料理や宮廷料理、書画骨董なども国内外の観光客をひきつけている。

文化・教育・学術研究・芸術の中心地であり、京劇をはじめ、北京大学（1898年創立）、清華大学、少数民族のための中央民族学院など67の大学、中国科学院、中国社会科学院を頂点とする467の国公立研究機関、中央テレビ・ラジオ局、全国紙の人民日報、光明日報、通信社の新華社、国内最大の規模をほこる北京図書館、歴史博物館などがある。（資料：中国八方商事）

### （3）上海市

上海市は中国の東海岸に面し、長江河口の南岸に位置する中央政府の直轄市である。工業・商業・金融・貿易・科学技術がいちじるしく発達する中国最大の都市で、国内31の省・市・自治区の中で面積が最小で、人口密度がもっとも高く、面積は0.62万km<sup>2</sup>で、人口は1,457万人（1997年）である。

上海市は経済の中心といわれるように、中国随一の商都として知られ、工業・商業・貿易・金融などは国内で重要な位置を占める。180余の工業業種のうち157の業種が上海でみられ、工業生産総額は全中国の6%を占め、人口は中国全体のおよそ90分の1にもかかわらず、財政収入は10分の1を占める。

旧フランスとアメリカ租界を東西にはしる全長約5kmの南京路は、中国一の繁華街で500をこす大小の商店が軒をつらね、1日の人出は100万人をこえる。浦東地区ではアジア有数の規模をほこる大型デパート（営業面積10万9,000m<sup>2</sup>）が1995年末に開店した。中国交通銀行本店など各種の金融機関が2,500行以上あり、外資系金融機関とその代理店が130社、中国初の上海証券取引所をはじめとする証券会社が370社ある。

上海港は、100基をこえるバース（船舶用停泊施設）をもち、年間貨物取扱量は1億6,000万tに達し、中国全体の22%を占める国内最大の港湾である。

市内には明代の豫園、白玉でつくられた2体の玉仏を祭っている玉仏寺、静安寺、竜華寺、中国共産党第1次全国大会の会議場跡、この地で生涯をおえた魯迅の記念館などがある。復旦大学（1905年創立）、上海交通大学（1896年創立）など46の大学、265の国公立研究機関、3つの映画製作所、解放日報など70をこえる新聞社、500以上の雑誌社、2つのテレビ・ラジオ局などがあり、国内で重要な学術研究と情報の中心地である。また中国における最新文化、ファッションの発信地としても知られる。

1990年、国家プロジェクトである浦東開発計画が発表され、21世紀にむけた中国最大の国際都市をめざす急速な発展ぶりは世界の注目をあつめている。1994年末までに外資直接投資額は24億7,309万ドルに達し、三資（合弁、合作、全額外資）企業は1万1,123社にのぼった。上海在留日本人は1,700人（1994）、日本からの進出企業は400社（1994）をかぞえる。（資料：中国八方商事）

#### （4）重慶市

重慶市は中国四川省南東部にある中央政府の直轄市であり、長江とその支流嘉陵江にはさまれた丘陵地にあり、四川盆地が西方に広がっている。市内は起伏が多く、建物は斜面に沿って建ち並び、古くから「山城」とよばれる。夏は蒸し暑く、40℃をこえる日もある。川の合流点にあるため霧が多く、「霧の都」ともよばれる。面積は8.20万km<sup>2</sup>で、人口は3,042万人（1997年）である。

周辺農村では養豚業やかんきつ類の栽培が盛んで、生産量は国内一を誇っている。同じく国内一の水力、天然ガスなどのエネルギー資源にめぐまれ、非鉄金属・輸送機械・計器・家電・鉄鋼などの工業が発達している。

古くから長江水運の要衝としてさかえ、その後は、省都成都～重慶など3つの幹線鉄道・国道の開通や江北空港の拡張で、西南地区における交通・内外貿易・通信・金融の中心地として発展した。国の経済開放の重点が沿岸部から内陸部に移る中で、重慶市はその拠点都市の一つとして位置づけられている。

1992年には長江下流の湖北省側に洪水防止・発電・灌漑用の多目的ダムである

三峡ダムの建設が決定された。完成すれば三峡の景勝地がほとんど失われることになる。(資料：中国八方商事)

## (5) 西安市

西安市は陝西省中部にある省都で、黄河最大の支流渭河の南岸にひらけた古都であるとともに、中国西北地区の政治・経済・文化の中心地である。面積は9,983 km<sup>2</sup>で、人口は631万人(1993年)である。

軍需・動力機械・飛行機製造・鉄道車両・電気機械・時計・マシン・家電・紡績・化学などの工業が発達する。周辺の農村では、小麦を中心とする畑作農業のほか、養豚などの畜産業も盛んである。交通の要衝にあたり、西北地区最大の商業地であるばかりではなく、観光都市としても重要な地位を占める。

かつて長安とよばれたこの街は、1,000年以上も栄華をきわめた古い歴史をもっている。それだけに秦の始皇帝の兵馬俑、半坡遺跡など200箇所の重要文化財をはじめ多くの史跡がのこされ、ユネスコによって「世界歴史都市」に指定されている。

西安市は、中国国内では教育・文化都市として有名で、西安交通大学をはじめとする31の大学、400余の研究機関が設置されている。(資料：中国八方商事)

## (6) 天津市

天津市は中国の華北平原北部にある中央政府の直轄市であり、中国第2の工業都市で、北は燕山山脈、東は渤海にのぞみ、海河の下流域に位置している。

国内で近代工業が最もはやく発達した都市のひとつで、工作機械・自動車・電子製品・化学原料・鉄鋼・紡績などの工業が盛んな総合工業都市である。6,500余の工場が海河沿いに建ち、国内の大都市の中では石油・天然ガス・塩・地熱などの資源にめぐまれているのが特徴である。

周辺農村では小麦、綿、果樹などの栽培が盛んで、特産の小姑米(日本種)や天

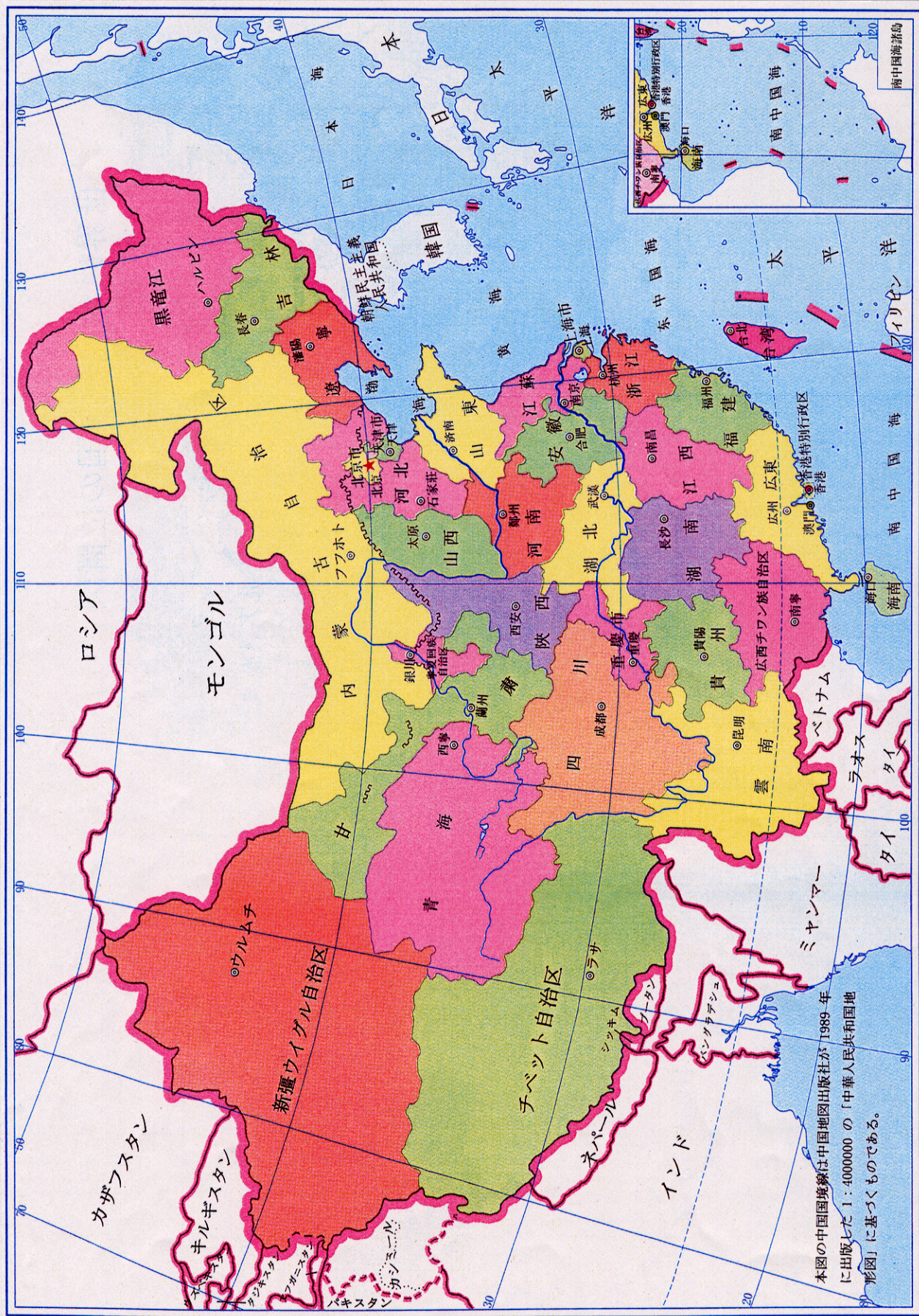
津甘栗は国内外に知られている。海岸地域ではクルマエビなどの養殖がおこなわれている。

150km以上の海岸線をもつ天津市は、華北第1の貿易港としてさかえる。9,000mの岸壁、38基の1万トン級バースがある港は、年間2,800万トンの貨物をさばき、150ヵ国以上と貿易をおこなっている。北京への海上からの玄関口であると同時に、中国北部の物資集散地として商業が発達し、上海、広州とともに全国的規模の商都である。

市内には周恩来記念館、望海楼、天后宮などがあり、観光名所となっている。名門の南開大学（1904年創立）、天津大学をはじめ、28の大学、300余の科学研究機関がある文化の中心地である。（資料：中国八方商事）

[資料：中国(新星出版社)]

図 4-5 中国行政区画図



本図の中国国境線は中国地図出版社が1989年に出版した1:4000000の「中華人民共和国地形図」に基づいたものである。

表 4-1 中国行政区人口推移

[資料：中国(新星出版社)]

	自治区・省名	都市名	自治区・省人口			
			1994年	1995年	1996年	1997年
西部	新疆ウイグル自治区	烏魯木齊	16,320,000	16,610,000	16,890,000	17,180,000
	チベット自治区	拉薩	2,360,000	2,400,000	2,440,000	2,480,000
	青海省	西寧市	4,740,000	4,810,000	4,880,000	4,960,000
	雲南省	昆明市	39,390,000	39,900,000	40,420,000	40,940,000
	四川省	成都市	112,140,000	113,250,000	84,280,000	84,340,000
	重慶市	重慶市	—	—	30,020,000	30,420,000
	貴州省	貴陽市	34,580,000	35,080,000	35,550,000	36,060,000
	甘肅省	蘭州市	23,780,000	24,380,000	24,670,000	24,940,000
	寧夏回族自治区	銀川	5,040,000	5,130,000	5,210,000	5,300,000
	陝西省	西安市	34,810,000	35,130,000	35,430,000	35,700,000
中部	内蒙古自治区	呼和浩特	22,600,000	22,840,000	23,070,000	23,260,000
	山西省	太原市	30,450,000	30,770,000	31,090,000	31,410,000
	黒竜江省	哈爾濱	36,720,000	37,010,000	37,280,000	37,510,000
	吉林省	長春市	25,740,000	25,920,000	26,100,000	26,280,000
	河南省	鄭州市	90,270,000	91,000,000	91,720,000	92,430,000
	安徽省	合肥市	59,550,000	60,130,000	60,700,000	61,270,000
	湖北省	武漢市	57,190,000	57,720,000	58,250,000	58,730,000
	湖南省	長沙市	63,550,000	63,920,000	64,280,000	64,650,000
	江西省	南昌市	40,150,000	40,630,000	41,050,000	41,500,000
	沿海部	遼寧省	瀋陽市	40,670,000	40,920,000	41,160,000
天津市		天津市	9,350,000	9,420,000	9,480,000	9,530,000
北京市		北京市	11,250,000	12,510,000	12,590,000	12,400,000
河北省		石家莊	63,880,000	64,370,000	64,840,000	65,250,000
山東省		済南市	86,710,000	87,050,000	87,380,000	87,850,000
江蘇省		南京市	70,210,000	70,660,000	71,100,000	71,480,000
上海市		上海市	13,560,000	14,150,000	14,190,000	14,570,000
浙江省		杭州市	42,940,000	43,190,000	43,430,000	44,350,000
福建省		福州市	31,830,000	32,370,000	32,610,000	32,820,000
広東省		広州市	66,890,000	68,680,000	69,610,000	70,510,000
広西チワン族自治区		南寧	44,930,000	45,430,000	45,890,000	46,330,000
海南省		海口市	7,110,000	7,240,000	7,340,000	7,430,000
総計			1,188,710,000	1,202,620,000	1,212,950,000	1,223,260,000

単位：人

年間増加率(%) — 1.17 0.86 0.85

## 4.3 中華人民共和国の都市における廃棄物処理の現状

### (1) 広州市のごみ処理の現状

広州市は、8区と4県から構成されており、総面積が7,434.4km<sup>2</sup>、人口が約516万人で、周辺の人口を含めると674万人となる(1997年)。広州市のごみ発生量は毎年10%近い伸び率で増加の一途をたどっている。都市建設が盛んに行われ、都市が拡大するとともに人口が増加し、市民の生活水準の向上と重なって生活ごみの発生量が増加している。広州市のごみの発生量は1997年に年間142.2万トンに達し、0.75kg/日/人の割合で排出されている。発生したごみの約70%が回収されるようになり、そのほとんどが大田山および李坑埋立場に廃棄されている。

広州市の1997年調査によれば、1日3,600トンのごみが発生し、平均組成は厨芥ごみが61%、プラスチックが18%、木・紙・布が13%、不燃物類が8%であった。

#### a) 広州市大田山埋立場(現地調査)

本埋立地は市中心部より約40kmに位置する谷間を利用した山間埋立地である。総面積は24ha、埋立面積は15haで、広州市からの一般家庭ごみを2,000トン/日受け入れている。供用期間は1990年から1997年までであったが、現在もごみは搬入されている。埋立容量は246万m<sup>3</sup>、埋立高は平均16mで、至るところにメタン回収用の鋼製パイプが立ち並び、その間を合成樹脂製のパイプで連結している。回収されたメタンは場内の発電施設に送られ2,910kWh(970kWh×3基)の電気を発電するのに利用されている。埋立地底部には浸出水集排水管が設置された様子はなく、流出してきた浸出水は調整池に集められ、500トン/日の処理能力を有する浸出水処理施設により、化学凝集(石灰による重金属除去)、アンモニアストリッピング、生物処理(嫌気・好気ステップエアレーション法)の工程を経たのち放流されている。(表4-2参照)

現地でのガス調査はメタンガス回収用のパイプを利用して行った(図4-6参照)。メタンガスは約20m厚のごみ層から集められており、ごみ層の上はベントナイトと粘土の互層構造が敷かれ地上へのメタンガスの散逸を防いでいる。ガス発生量は

場所によって異なるが 100 ～ 1,000L/h と多く、メタン濃度は約 50 %であった。そのほかのガス成分では二酸化炭素、酸素、水素がそれぞれ約 40 %、約 1 %、0.05 %未満であった。(表 4-3 参照)

#### b) 広州市李坑埋立場 (現地調査)

本埋立地は市中心部より約 25km に位置する谷間を利用した山間埋立地である。埋立面積は約 32ha で、広州市 5 地区からの一般家庭ごみを 2,000 トン/日受け入れている。供用開始は 1992 年からで、1999 年に埋立は完了する。埋立面積は 32ha、埋立容量は 570 万 m<sup>3</sup>、埋立高は平均 52m で、ごみ層が 2.5m になった時点で 30cm の中間覆土を施している。埋立地底部には浸出水集排水管が設置されており、集められた浸出水は 300 トン/日の処理能力を有する浸出水処理施設により、化学凝集 (石灰による重金属除去)、アンモニアストリッピング、生物処理 (オキシデーションディッチ)、酸化池の工程を経たのち放流されている。(表 4-2 参照)

埋立地内にはスキャベンジャーが約 150 人常在しており、彼らによる有価物の回収場所を確保するために廃棄物の投入面積はかなり広がっている。また、敷均し、転圧方式が落とし込み方式であるため、転圧が不十分であり、覆土も施されていないため、降雨時には搬入道路へのごみの飛散・流亡が起きていると同時に、埋立面へ搬入車両が入れない状況にある。埋立面に全く区画堤が設けられていないため、埋立区画全域に浸出水が流出し、雨水と混合され大量の浸出水の発生につながっている。更に、ガス抜き管が設置されていないため、埋立面からメタンガスが発生している。

ガス調査はメタンガス回収施設で行ったが、その地点は埋立後 7 年が経過しており、メタン濃度は 53 %で、一般に嫌気分解が進行している時にみられる濃度であったが、メタン発生量は少なかった。(表 4-3 参照)

## (2) 北京市のごみ処理の現状

首都北京市は、10 区 (東城、西城、崇文、宣武、朝陽、海澱、石景山、豊台(近



郊区), 房山, 門頭溝(新設区))と 8 県(昌平, 順義, 通, 大興, 平谷, 懷柔, 密雲, 延慶)から構成されており, 総面積が 1.68 万 km<sup>2</sup>, 人口が約 1,240 万人である(1997 年)。近年, 北京市のごみ発生量は年々増加の一途をたどっている。一方で, 北京市内では都市環境衛生に関する条例が制定されたり, ごみの仲買人と厨芥コレクターの人数も増えた結果, 若干ではあるが, 発生量はやや鈍化の傾向にある。北京市のごみの発生量は 1995 年で 0.86kg/日/人で, この内ごみの無害化(衛生処理)率は僅かであり, 残りは野積み状態で堆積されている。

北京市の統計によると, 1986 ~ 1991 年の平均組成はガレキ, 残土, 灰分の含有量が 50.4 %, 有機分 31.1 %, 有価物 12.8 %であった。1991 年の実績では, 埋立地での組成中の有価物の含有量が減少しているが, これは都市部での有価物の回収と分別に従事する人数が増えたことが一因と考えられる。いずれにしても, 発生量の多い市内での有価物の回収は現在, 比較的活発に実施されている。

北京市の家庭, 事業所, 工場では, 昔の習慣を踏襲して排出前にごみの有価物を取り出して仲買人に売るというシステムでリサイクルが行われている。そして, 北京市には, 有価物の回収に従事する廃旧物質回収公司という機構があり, 各区, 県には支社(公司)が設置されている。

#### a) 六里屯埋立場(現地調査)

本埋立地は北京市の海澱区県にあり, 建国 50 周年事業として造られている埋立地で, 北京市で最も新しい処分場である。第 1 期および第 2 期工事を予定しており, 第 1 期工事には 1.65 億元を投じている。第 1 期埋立面積は 16ha, 第 2 期埋立面積は 20.1ha を計画している。埋立容量は 1,060 万 m<sup>3</sup>で, 将来埋立地の高さは 30m になる。ごみ処分量は 1,500 トン/日であり, 2000 年から供用を開始して, 供用予定期間は 18 年である。底部全に玉砂利が敷設され, 碎石で覆われた浸出水集排水管が魚の骨のように配置されている。さらに全面に不織布が張り巡らされ, 側面は遮水シートで覆われている。浸出水は排水ポンプで処理施設に送られ, 生物処理(オキシデーションディッチ)方式で処理される予定である。(表 4-4 参照)

埋立地内にはごみが試験的に搬入されており, 約 2a の面積に約 1m 厚の生活ごみが見られ, 発酵して水蒸気が発生していた。その地点でガス調査を行ってみたが,

メタンは検出されなかった。(表 4-5 参照)

#### b) 北神樹埋立場 (現地調査)

本埋立場は北京市から 18km 郊外の通県にあり、崇文区と朝陽区の一部地域からの生活ごみを処分している。ドイツからの借款方式で建設されたもので、1996 年から供用を開始している。埋立総量は 514 万  $m^3$ 、その内ごみ埋立容量は 463 万  $m^3$  で、将来埋立地の高さは 54m になる。ごみ処分量は 980 トン/日であり、70 万人の生活ごみを搬入しており、供用予定期間は 15 年である。構造的には埋立地盤層に粘土とベントナイトの混合土を使用し、さらに玉砂利を敷設した浸出水集排水管を配置している。浸出水は循環して蒸発処理を行っている。浸出水処理施設として生物処理(オキシデーションディッチ)方式も設置されているが、現在運転されていない。(表 4-4 参照)

埋立地の所々にガス抜き用の鋼製パイプが廃棄物層の中から立ち上がっており、ガス調査はそのパイプを利用して行った。パイプの数は少なく、その内の 2ヶ所について測定を試みたが、1 箇所 (パイプ口が閉鎖) はメタンが 59 %、二酸化炭素が 33 %を示し、もう 1 箇所 (パイプ口が開放) はメタン 2 %、二酸化炭素 1 %であった。後者は大気による希釈が大きかったと思われる。(表 4-5 参照)

#### c) 阿蘇衛衛生埋立場 (資料調査)

北京市から 33km の昌平区に位置する北京市唯一の衛生理立場は、ドイツからの借款方式で建設されたもので、埋立総量は 2 区画で 1,020 万  $m^3$ 、その内ごみ埋立容量は 903 万  $m^3$  である。1994 年 12 月から一部供用を開始して、1995 年から全面供用に至っている。ごみ処分量は 2,000 トン/日であり、供用予定期間は 11 年である。構造的には難透水地盤に立地し、遮水シートは使用しておらず、一層目はトレンチ工法で埋立て、二層目以降は段階的に積み上げ方式で平均埋立高 40m まで埋め立てる計画である。我国の「埋立構造」の区分からすると、改良型嫌氣的衛生理立場に属す。浸出水は蒸発散を利用した循環方式で処理されているが、生物処理(オキシデーションディッチ)方式も設置されている。

#### d) 安定ごみ衛生埋立場（資料調査）

北京市郊外の大興県に位置しており、北京から 47km の郊外にある。主に宣武区からのごみが中心に搬入されている。交通の便が良く、平坦な地形に造られている平地埋立型の埋立地である。

ドイツの交付金で建設され、1997 年から供用が開始されている。50 万人のごみを受け入れており、1 日 700 トンの受入量で 13 年間供用する予定である。

- ・埋立容積 3,265,000m<sup>3</sup>
- ・埋立面積 21.6ha
- ・建屋面積 1,720m<sup>2</sup>
- ・処分場高さ 40m

遮水施設は埋立基盤に粘土（95 %）、ベントナイト（5 %）の混合土を使用している。浸出水および発生ガスはコンクリート管で集められている。浸出水は集水タンクに集められ、エアレーション後処分場内へ散水して、蒸発処理している。

#### e) 佛山市南海獅中ごみ衛生埋立場（資料調査）

佛山市の北西、南海市の郊外にあり、佛山市中心部から 30km 離れている。佛山市を中心に、一部南海市のごみを収集して埋め立てている。1995 年 6 月から供用が開始され 1 日 300 トンの埋立能力で 10 年間埋立できる。

- ・総埋立容積 1,250,000m<sup>3</sup>のうち、1,130,000m<sup>3</sup>がごみ容積
- ・総敷地面積 12ha のうち、8ha が埋立面積
- ・建屋面積 2,150m<sup>2</sup>
- ・山間埋立型

埋立地の底部はベントナイトで遮水され、側壁にはポリ塩化ビニール製の不透水膜による遮水が施されている。

浸出水集排水管は魚の骨のような形に張りめぐらされている。

浸出水は一旦調整池に集められ、下水処理システムへ輸送される。

ガス抜き管としてコンクリート管が用いられている。

浸出水処理には好気－嫌気生物処理とろ過のプロセスが用いられており、処理水は農業用水に利用されている。

#### f) 石家庄市峽石溝ごみ衛生埋立場（資料調査）

石家庄市の西郊外の鹿泉県に位置し、石家庄市から 19km 離れている。峡谷を利用した山間型埋立地である。

峽石溝埋立地は河北省が最初に建設した処分場で、1997 年 6 月から供用開始している。1 日 700 トンの受入能力を有し、12 年間供用する予定である。

- ・総容積 3,100,000m<sup>3</sup>，埋立容積 2,780,000m<sup>3</sup>
- ・処分場面積 9.72ha
- ・建屋面積 623m<sup>2</sup>

堤防は谷口に、洪水防止溝は谷側に沿って設置されている。ポリ塩化ビニール製シートが水平方向の遮水に、セメントしっくい膜が垂直方向の遮水に使われている。浸出水集排水管は難透水性のパイプが、ガス抜き管は塩化ビニール製の管がそれぞれ用いられている。浸出水は生物処理したのち、下流の河川に放流されている。

現在発生ガスは大気放出されているが、将来は有効利用が考えられている。

### (3) 西安市のごみ処理の現状

西安市（旧長安市）は中国北西部の陝西省に属し、7 区 6 県から構成されており、人口が 640 万（7 区 260 万、6 県 380 万）である。西安市の 7 区（流動人口が 30～40 万）ではごみの発生量は 2,500 トン/日で、ごみ発生量は、0.89kg/人/日（1995 年）で近年の発生量は横ばい状態である。郊外に 625 ヶ所の野積み状態の堆積物と数箇所コンポスト場があり、1995 年 1 月に稼動した大型の衛生埋立地がある。

#### a) 江村溝衛生埋立場（資料調査）

本埋立地は市内から東部へ 16.5km の郊外にある。JICA の指導を得て、1993 年から着工し、1995 年 1 月に供用を開始した。埋立地は、黄土広原の天然の溝（平均長さ 5km、幅 140m、深さ 140m）を利用し、敷地面積が 73ha、埋立容積 4,900 万  $\text{m}^3$  で、世界でも最大規模の埋立地である。工事総投資費は 3,700 万元で、埋立寿命は約 50 年間と見積もられている。一期工事では埋立容積 228 万  $\text{m}^3$  の埋立地が完成している。埋立地の立地条件は底部の土質が粘土質で、透水係数が  $10^{-7}$  cm/sec 以下であるため、シートは敷設されていない。また、本格的な浸出水処理は行われていない。

埋立地底部には、地下水集排水用の暗渠および浸出水集排水管並びにガス抜きパイプが設置されている。これらは籐製、竹製の箱を連結するタイプで、箱の中に廃煉瓦や碎石を充填している。埋立構造は、一応準好気性埋立を想定して設計しており、浸出水の発生状況に応じて、将来的には循環式準好気性埋立構造を採用する計画をもっている。現在、本格的な浸出水の処理施設は無く、簡易な浸出水調整池のみであり、雨天時（降水量 440mm/年）に流出する浸出水は水中ポンプを使って循環し、天日乾燥（蒸発）させている。

#### （4）上海市老港埋立場の現状（資料調査）

本埋立地は上海市中心部から南東約 60km の東海沿岸部に位置し、沿岸部の湿地帯を利用した海面埋立地である。総面積 310ha の広大な土地に 1991 年より一般家庭ごみ約 5,000 トン/日を受け入れている。埋立面は 5ha 毎に区画されており、埋立高が 4m になった時点で一旦 30cm の覆土を施し、一区画の埋立が完了した時点で更に 60cm の最終覆土を行うといった手順で埋立作業が行われている。各区画には汚水ピットが設けられ、埋立地内で発生した浸出水はここで汲み上げられ、埋立地内に設置された浸出水処理施設（嫌気性消化槽＋酸化池）で処理した後、海に放流されている。埋立が完了し、最終覆土が施された区画は、約 50m 間隔でガス抜き管が設置され、発生ガスの大気拡散が行われている。

表4-2 広州市廃棄物処分場の現状

1. 大田山埋立場 (山間埋立型)

- ・埋立期間：1990年～1997年(1988年建設開始)
- ・総面積：24 ha
- ・埋立面積：15 ha
- ・埋立容量：2,460,000 m<sup>3</sup>(当初予定容量：1,660,000 m<sup>3</sup>，1999年5月に拡張)
- ・埋立深さ：16 m
- ・ごみ搬入量：2,000 t/day
- ・埋立構造：嫌気性埋立
- ・浸出水処理方法：化学凝集(石灰による重金属除去)→アンモニアストリッピング→生物処理(嫌気・好気ステップエアレーション法)
- ・浸出水処理水量：500 t/day
- ・メタンガス回収・発電施設：970 Kwh/基×3基=29,710 Kwh(Waste Management社のシステム)
- ・メタンガス回収量：580～620 m<sup>3</sup>/h
- ・メタン濃度：約 60 %

2. 李坑埋立場 (山間埋立型)

- ・埋立期間：1992年～1999年
- ・総面積：40 ha
- ・埋立面積：32 ha
- ・埋立容量：5,700,000 m<sup>3</sup>
- ・埋立深さ：52 m
- ・ごみ搬入量：2,000 t/day
- ・埋立構造：嫌気性埋立
- ・浸出水処理方法：化学凝集(石灰による重金属除去)→アンモニアストリッピング→生物処理(オキシデーションディッチ法)→酸化池
- ・浸出水処理水量：300 t/day
- ・メタンガス回収施設：現在破損しており、ガス井のみ
- ・メタン濃度：53 %

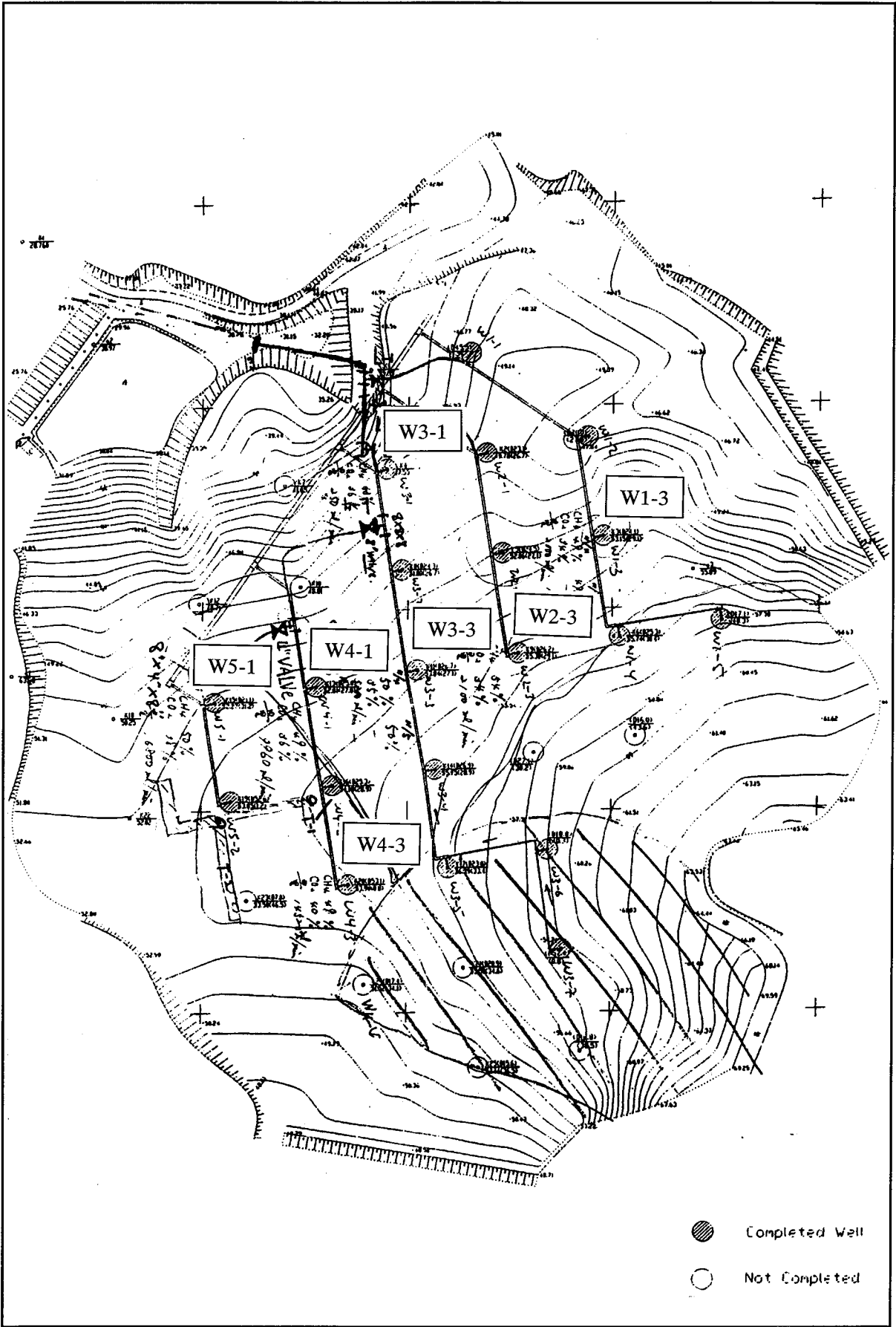


図 4-6 大田山埋立場ガス調査地点

表4-3 広州市大田山埋立地及び李坑埋立地の発生ガス量測定結果

測定地点	測定日	CH <sub>4</sub> (%)	CO <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> (%)	H <sub>2</sub> (%)	H <sub>2</sub> S (ppm)	NH <sub>3</sub> (ppm)	ガス量 (L/h)	温度 (°C)	備 考
大田W1-3	11.4	49	34	1.0	<0.05	<0.5	305	120	35	ガス井周辺に草が生育。ただし密集していない。
	11.5	47	—	1.5	—	—	—	—	—	
大田W2-3	11.5	54	34	0.5	<0.05	<0.5	—	126	40	上流から浸出水が流れ込んでいる。草の生育なし。
大田W3-1	11.5	53	36	0.5	<0.05	1.2	800	15	32	ガス井周辺に草が生育。ただし密集していない。
大田W3-3①	11.4	50	35	1.0	<0.05	3	300	312	33	ガス井周辺に草が密集して生育。
	11.5	50	—	1.0	—	—	—	300	—	
大田W3-3②	11.4	18~23	17~20.5	<0.5	<0.05	<0.5	<0.5	—	34	
大田W4-1	11.5	49	36	0.5	<0.05	20	1000	598	38	ガス井周辺に草が生育。ただし密集していない。
大田W4-3①	11.4	49	40	<0.5	<0.05	30	120	871	47	草の生育全くなし。
大田W4-3②	11.4	50	33	<0.5	<0.05	12	—	—	47	
大田W5-1	11.5	50	38	0.5	<0.05	2	1600	1008	39	草の生育全くなし。
李坑W1	11.5	53	36	1.0	<0.05	<0.5	—	148	—	

注1) ①：ガス井の測定, ②：ガス井と覆土の境界部亀裂にて測定

2) 11月4日の外気温：21°C, 11月5日の外気温：26°C



表4-4 北京市廃棄物処分場の現状

1. 六里屯埋立場 (平原埋立型, レンガ用粘土を採取した窪地を利用)

- ・埋立期間：2000年～2017年
- ・総面積：46.53 ha
- ・埋立面積：36.1 ha (第一期 16 ha, 第二期 20.1 ha)
- ・埋立容量：10,600,000 m<sup>3</sup>
- ・埋立深さ：30 m
- ・ごみ搬入量：1,500 t/day
- ・埋立構造：嫌気性埋立
- ・浸出水集排水施設：主管φ600 mm, 枝管φ300 mm (底面部に玉砂利敷設し、全面に不織布)
- ・浸出水処理方法：生物処理(オキシデーショントッチ法)
- ・浸出水処理水量：800 t/day
- ・しゃ水施設：シート遮水, 地下水集水施設
- ・メタンガス回収施設：ガス井の設置予定

2. 北神樹埋立場 (平原埋立型)

- ・埋立期間：1996年～2010年
- ・総面積：32.5 ha
- ・埋立面積：26.9 ha
- ・全容量：5,140,000 m<sup>3</sup>
- ・埋立容量：4,630,000 m<sup>3</sup>
- ・埋立深さ：54 m
- ・ごみ搬入量：980 t/day
- ・埋立構造：嫌気性埋立
- ・浸出水集排水施設：主管φ200 mm (主管に玉砂利敷設)
- ・浸出水処理方法：生物処理(オキシデーショントッチ法)があるが、現在運転されていない。浸出水の循環で蒸発処理
- ・遮水施設：埋立地盤層に粘土(95%)とベントナイト(5%)の混合土を使用 (透水係数 $10^{-10}$  cm/sec)
- ・メタンガス回収施設：ガス井の設置

表4-5 北京市六里屯埋立地，北神樹埋立地及び中国環境科学研究院実験槽の発生ガス量測定結果

測定地点	測定日	CH <sub>4</sub> (%)	CO <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> (%)	H <sub>2</sub> (%)	H <sub>2</sub> S (ppm)	NH <sub>3</sub> (ppm)	ガス量 (L/h)	温度 (°C)	備考
六里屯	11.10	0	2.5	19.5	—	—	—	—	—	ごみが実験的に投入され、ごみ層は数mと浅い。
北神樹W1	11.10	59	33	—	—	—	—	60	—	ガス井は閉口。草の生育なし。
北神樹W2	11.10	2(32)	1	—	—	—	—	—	—	ガス井は閉口。草の生育なし。
嫌気性槽	11.11	38	34	0.5	—	<0.5	<0.5	—	—	
循環式嫌気性槽	11.11	66	22	0.5	—	120	<0.5	—	—	
準好気性槽	11.11	0	2	18.5	—	<0.5	<0.5	—	—	
循環式準好気性槽	11.11	22	19	0.5	—	<0.5	5	—	—	

注) ( )内はLEI濃度

#### 4.4 中華人民共和国の都市における廃棄物処理費用の現状

広州市環境衛生総合計画の中に広州市におけるごみ処理システムおよびその経費について記述されている。

広州市の環境衛生管理組織は図 4-7 のように構成されている。広州市が直接管理するものとしては大田山および李坑埋立場がある。また、研究所をはじめとして各種衛生関連工場や清掃員も市の管理下にある。8 区がそれぞれ管理するものも、その内容は広州市が直接管理する内容と大きく変わらない。

広州市の生活ごみや業種別ごみの収集システムは図 4-8 のような仕組みになっている。広州市のごみ収集運搬方法は、図に示すように三つの方式がある。ばらばらに桶に積んで収集して道の傍に積み上げる方式と、各家庭を訪問してごみ袋に入れて収集してごみ圧縮所に持ち込む方式、各家庭を訪問してごみ袋に詰めて地区のごみ収集場に仮置きする方式がそれである。これら 3ヶ所に集められたごみは収集運搬車に積み代えられて処分場に運ばれる。

一方、これら衛生管理に関する費用は三つのルートから調達される。すなわち、広州市の財源から支出されるルートと、有料サービス事業で賄うルート、住民が支払うごみ処理料である。

広州市が 1995 年に環境衛生に使った経費は 27,722 万元で、国民総生産の 0.233 %を占めている。これらの経費は主に環境衛生の管理、科学技術、生産、作業、設備更新・補修に使われている。さらに、直接に生活ごみの収集運搬と処分に使った費用は 11,537 万元で、その内訳は収集費用、圧縮収集運搬費用、運送費と埋立処理費用である。そして、それぞれの金額は次のとおりである。

- ・ 収集費用 3,844 万元

  - 収集運搬する作業員の人数と一人当りの給与、設備購入・修理・維持費

- ・ 圧縮収集運搬費用 2,603 万元

  - 市内 1,256ヶ所の圧縮運搬費用

- ・ 運送費 2,676 万元

  - 運送車 453 台(5 トン車 346 台, 10 トン車 94 台)の燃料費, 運転手・助手の給与, 新車購入費等から計算された大田山埋立場運搬費が 1,660 万元, 李坑埋立場運搬費が 1,016 万元

- ・埋立処理費用 大田山埋立場 1,315 万元, 李坑埋立場 1,99 万元  
1995 年の処分量は 155.07 万トン  
大田山埋立場建設費用 1,730 万元, 李坑埋立場建設費用 2,050 万元  
大田山埋立場処理原価 16.01 元/トン, 李坑埋立場処理原価 13.68 元/トン  
処理費用は投資分担金額と日常作業費を含み, 日常作業費は汚水処理費,  
作業員給与, 機械消耗費, 設備維持修理費を含む

有料サービス事業からの収入は 8,958 万元である。有料サービス事業とは, 消毒・殺虫・清掃, 機関・団体の清掃とごみ収集運搬の請負, 市や政府の施設の維持修理, 機関・団体や個人の衛生管理, 環境衛生設備の管理をいう。

住民が支払うごみ処理料からの収入は 5,682.1 万元と計算されている。現在, 住民の生活ごみの収集・運搬・処理に対して全員から費用を徴収する制度は実行されておらず, 一部の企業と国営事業のみを対象に有料サービスが実施されている。将来は処理料を徴収すると仮定したならば, 広州市の住民 3,853,751 人のうち非農業人口が 3,166,714 人で世帯数は 986,471 戸とした場合, ごみ処理料を 6 元/世帯/月として, 80 %から徴収できたとすると, 年間 5,682.1 万元の増収が見込める。

この広州市の報告からはごみ処理にかかる費用が読み取れるが, 本プロジェクトが負担する程度によって, それらの数字の利用できる範囲は異なってくる。大田山および李坑埋立場の建設費用をもとに 1ha 当りの建設費用を計算してみると, それぞれ 115 万元 (1,500 万円) および 64 万元 (840 万円) となる。ただし, 分母は埋立地の総面積ではなく埋立面積としている。

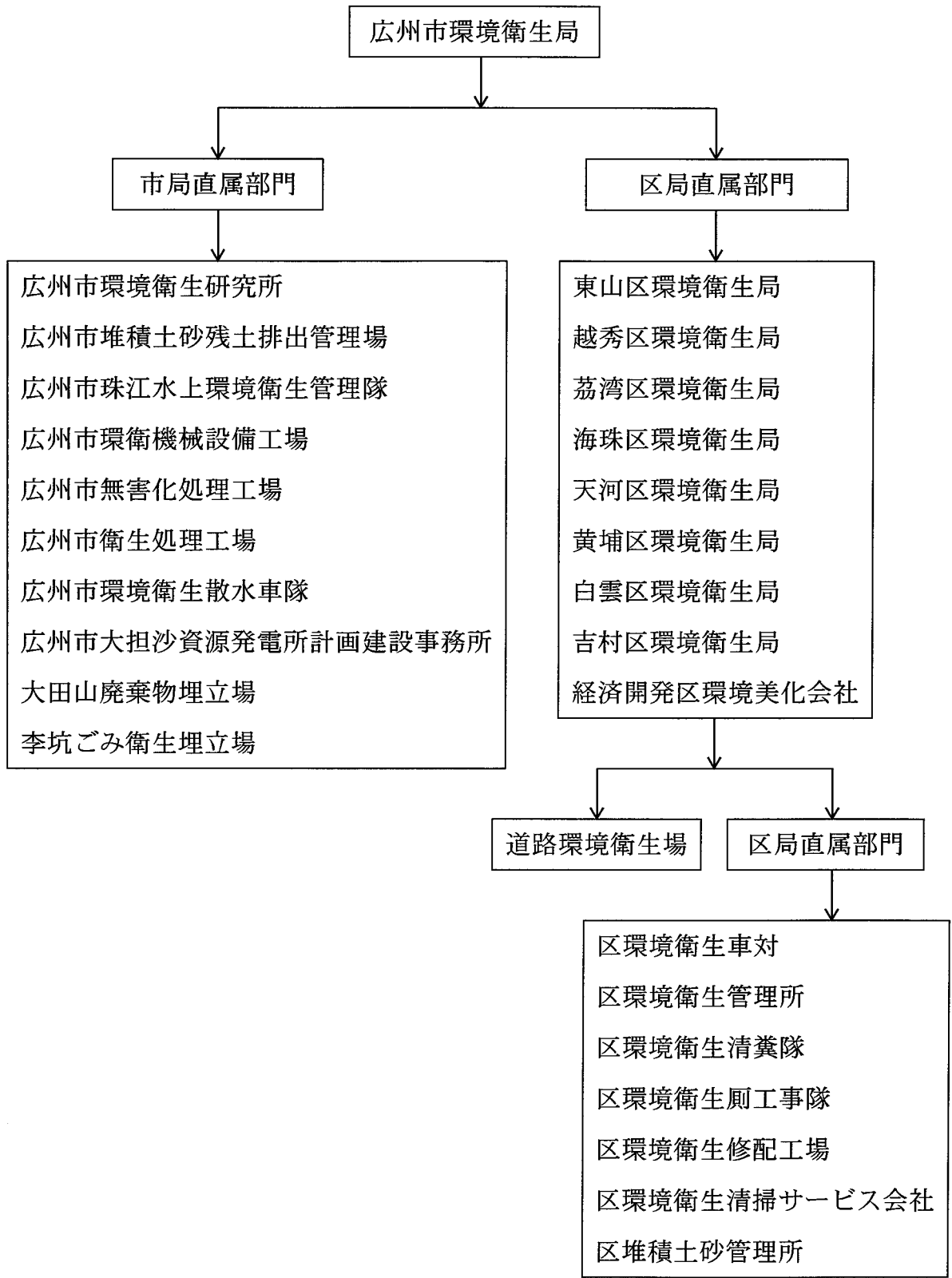


図 4-7 廣州市環境衛生管理組織図

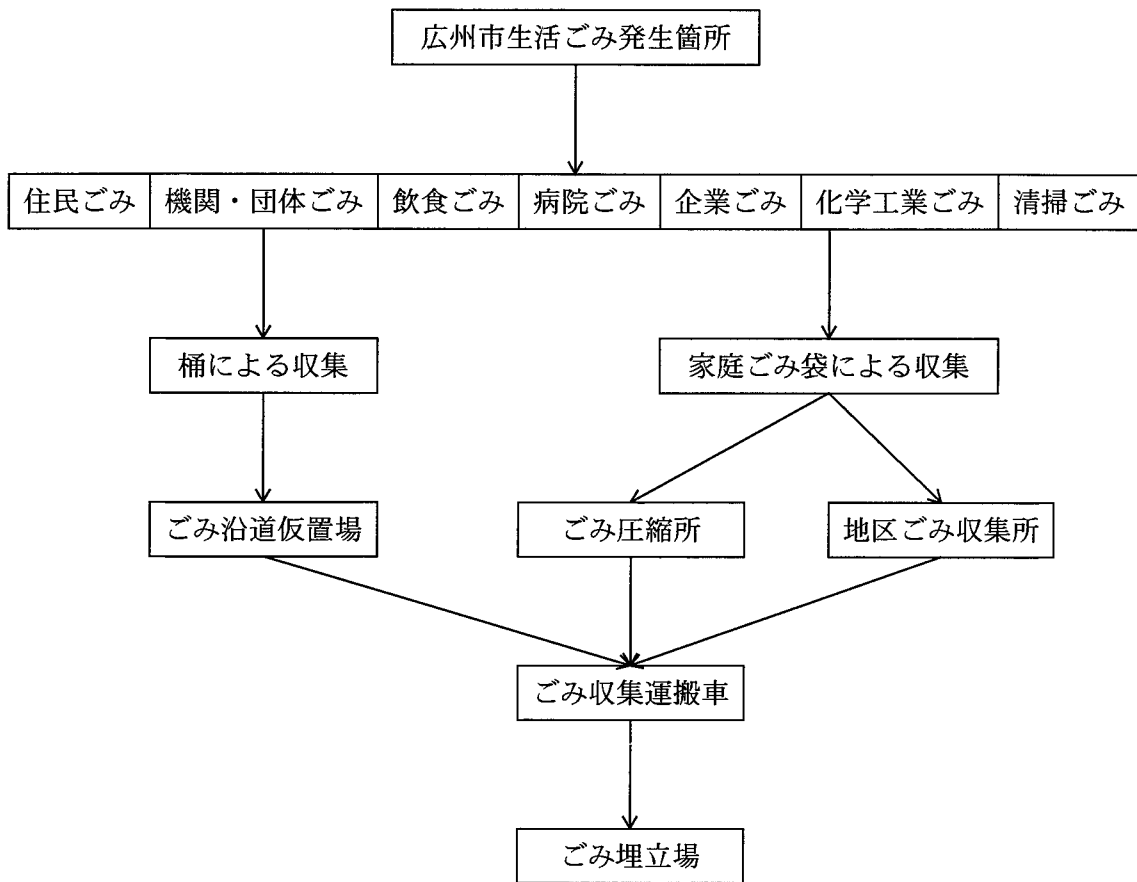


図 4-8 広州市生活ごみ収集運搬方式

#### 4.5 中華人民共和国の受入体制

中国の最大都市は北京市であり、北京市に次ぐ大都市は上海市と広州市である。これらの大都市を拠点とした活動は中国国内に活動を展開していく上では非常に有利であると考えられる。中国の廃棄物問題は特に大都市で深刻となっている。しかし、これらの都市は廃棄物問題が深刻化する中で無策のまま終始してはいない。他の都市に比べて比較的豊富な財源を投入して自ら廃棄物問題に着手する一方、国際的な学際的交流や行政交流を通じて新しい技術や援助を求め続けている。その結果、これらの都市は廃棄物問題に関してはある程度の成果を収めてきており、これからの方向性をも見出している。そして、中国国内における第一線の先導者として、自らの都市のみではなく中国全土へと目を向けるようになってきている。こうした環境の中では、本プロジェクトに対して深い理解を示し、積極的な協力を惜しまない人材は豊富に存在すると考えられる。

本調査に際しても調査地点の選定には慎重にならざるを得なかったが、北京市および広州市は積極的に受入を表明した。それは北京市においては中日友好環境保護中心の要人であり、広州市においては広州市環境衛生局であった。北京市の中日友好環境保護中心の要人は福岡大学との共同研究や研修交流を盛んに行っており、さらに日本の大気環境学会や廃棄物学会との交流も深い人物である。広州市は福岡市と深い交流実績のある環境衛生局の組織および職員である。中日友好環境保護中心は個人としてのカウンターパートであり、広州市は組織としてのカウンターパートである。組織としてのカウンターパートはその活動範囲は広く、かつ影響力も大きい。それに比べて個人としてのカウンターパートは個人の人脈を利用した活動であるため、範囲と影響力は組織に比べて狭くて弱いと考えられる。しかし、北京市には国連人間居住センター北京駐在所や国際協力事業団北京事務所があり、それらの人材と協力することでカウンターパートとしての重要性は高まってくる。

このほかに、北京市においては中国環境科学研究院が、広州市においては広州市環境衛生研究所が非常に協力的であり、しかも現地での技術交流に多くの職員を参加させ、彼らは熱心に質問を投げかけ、積極的に発言していた。その様子から本プロジェクトのカウンターパートとしての役割を担えるのではないかと期待させた。

#### 4.6 クリーン開発メカニズム事業に対する現地の感触

現在、中国国内の都市ごみ処分方法は、埋立が約 70～80%，堆肥化が約 10～20%，燃焼が 1%である。国内で設計された衛生埋立場は、そのほとんどが資金不足のため設計・作業水準を低くせざるを得ず、無害化処分技術は不完全で、施設は簡易で、汚染を制御するためのモニタリング手段も不足している。特に、埋立地からの浸出水の対策は不十分で、安全が保証されず、長期にわたって汚染源となっている。中国の廃棄物管理は始まったばかりであり、管理技術や設備・施設は比較的古く、無害化処理を実施できた廃棄物は僅かに 5～10%である。その数字は一部の大都市が国際援助を得て達成できたものである。今後の中国の廃棄物問題にとっては、国外の技術と設備を輸入すると同時に、中国の状況に即した新しい技術を確立する必要がある。(鄭九令, 第 2 回中日固体廃棄物処理技術検討会)

同じく第 2 回中日固体廃棄物処理技術検討会の中で、模範的な嫌気性衛生埋立についての報告があった。鞍山市の羊耳谷埋立場の報告であった。この埋立場は 1994 年以来国連から技術と資金の援助を受けながら、1997 年 4 月に工事が始まり、同年 10 月に第 1 期工事が完成し、1998 年 7 月から供用が開始された。規模としては埋立面積 45 万 m<sup>2</sup>、埋立容積 900 万トン、1 日の処理能力は 1,200 トンである。(王艶秋, 第 2 回中日固体廃棄物処理技術検討会)

以上の例に見るように、現在の中国の廃棄物問題は、自国で解決しようとする意思はあるものの、技術と資金面の不足により遅々として進まないのが現状である。このような状況の中では、本プロジェクトが廃棄物問題に直接関係した事業であり、しかも技術と資金の提供を伴うものであるならば、中国の廃棄物関係者は本プロジェクトに対して興味を示さざるを得なくなる。さらに、本プロジェクトが中国の現況に即した新しい技術になる可能性を秘めていることを理解するに至ったならば、本プロジェクトに対する関心は一層深まると考えられる。



## 5. プロジェクトの立案

中国の人口増加は沿岸部や中部の都市で加速度的に起こっている。それらの都市は人口 100 万人以上をかかえ、市民の生活スタイルがアメリカ型へ変化することによって、生活ごみの処理処分の問題は深刻化している。

そこで、沿岸部および中部の人口 100 万人以上の都市を対象地域として、5ha の実証的な準好気性埋立地の建設を行い、準好気性埋立方式の理解と普及に努め、20ha の準好気性埋立地の建設へと発展させるプロジェクトを立案した。

この計画を効果的に実践するためには、カウンターパートとの連携が重要であるとともに、現地関係者に対しては研修を通して廃棄物処理処分に関する総合的な知識と技術を理解・習得してもらうことが不可欠である。

### 5.1 プロジェクトの内容

#### (1) 対象地域の範囲

1995 年 2 月 15 日に中国の人口は 12 億人に達した。1995 年末には 12 億 1,121 万人となり、約 1 年間に約 0.9 %が増加したことになる。1973 年からの計画出産計画の実施により、1970 年の 2.58 %から 1994 年の 1.12 %までおおむね低下してきている。しかし、国土の広さに比べて人間居住可能な範囲は限られており、黒化江・黒河－雲南・騰冲を結ぶ線の東側の面積 42.9 %に中国人口の 94.2 %が居住しているという分布上の不均衡がある。(若林敬子；中国の人口問題と社会変動，新曜社 (1996))

中国政府は経済改革直後から耐久消費財の大量生産に乗り出し、それ以来国民の日常生活は大量生産，大量消費，大量廃棄のアメリカン・ライフ・スタイルへと移行してきている。広州市周辺や上海市の生活水準は高く、人口も集中している。上海市が 1,200 万人，広州市そのものは 230 万人だが，周辺を合わせると約 600 万人と想像される。これらの都市に続いて青島，天津，北京，大連のような沿岸部の大都市の生活水準が高い。中国の都市人口は約 3 億 5,000 万人で，農村部に 8 億人分

布しているといわれている。農村部の 8 億人のうち約 3 分の 1 が沿岸部の農村に分布している。(小島麗逸；地球環境の未来を予兆させる中国の環境悪化，季刊中国研究，第 25 号(1992))

以上のように，中国の人口分布には極端な偏りが生じており，人口が集中している沿岸部や中部の都市では加速度的な人口増加が起こっている。また，それらの都市では生活スタイルのアメリカ型への移行に伴って，生活ごみの排出量は増加の一途をたどり，その処理処分は都市にとって深刻な問題となっている。

そこで，本プロジェクトの対象地域は人口 100 万人以上を抱える都市とし，それらの都市の範囲は沿岸部および中部とする。

## (2) 技術分野

嫌気性埋立方式を主としている中国においては，その埋立方式に対する技術は十分に理解されておらず，その結果として埋立層や浸出水，さらには埋立場周辺においても様々な問題が発生している。準好気性埋立方式は現在の中国の処分場で発生しているほとんどすべての問題に対して，十分な解決策を提示できる方式である。したがって，中国に準好気性埋立方式を適用し，十分な成果を実証し，さらに普及させていくためには，単に建設技術を伝承するのみでは不十分である。

まずは，準好気性埋立方式を含めて埋立方式の種類およびその原理ならびに効果について理解してもらわなくてはならない。そのためには入念な教育訓練を実施して知識の吸収と啓発に努めなくてはならない。これを実施したのちに，初めて建設技術が理解され，実行に移されると思われる。

さらに，建設技術以外にも埋立地の供用が開始されてからも，その運営・管理には知識と技術が必要になってくる。そのためには個人の知識・技術の向上はもちろんであるが，組織としての運営・管理方法についても理解してもらわなくてはならず，知識・技術だけではなく組織運営についても実践を含めた伝授が必要と思われる。

埋立地における管理は処理場が閉鎖されてからも必要となってくる。跡地利用は十分な管理がなされてはじめて有効なものとなるのであって，ここまでの知識・技

術の供与と普及が必要と思われる。

以上より、プロジェクト実施に必要な技術分野は次のとおりとなる。

- 埋立処分技術に関する一般的かつ基本的な知識の教育訓練
- 準好気性埋立方式の理解のための教育訓練
- 準好気性埋立地の建設技術の指導
- 準好気性埋立地の技術的な運営・管理方法の指導
- 準好気性埋立地の組織的な運営・管理方法の指導
- 処理場閉鎖後の管理方法の教育と指導

なお、以上の教育や指導は中国の現地で行うことはもちろん、日本においても実践を混じえて実施することとする。これらの役割は、福岡大学、福岡市およびハビタットの専門家が担当する。

### (3) 実施スケジュール

プロジェクト実施メニューは次の3つからなる。

- 中国候補地選定調査
- 準好気性埋立実証試験
- 大型準好気性埋立地建設

まず、1年目には準好気性埋立地の実証試験を実施するための候補地を選定する。北京市および広州市を拠点とし、南北両方面から活動を開始する。南方面は広州市の環境衛生局からのカウンターパートを通じて、調査対象都市の選定および交渉を行う。北方面は中日友好環境保護中心のカウンターパートと協力して、対象都市選定および交渉を進めて行く。実証試験に対して興味を示し、かつ協力的な都市においては、実証試験に適した候補地を検討するための現地踏査を実施しておく。1年間に訪問する都市は南北それぞれ10都市とする。最終的に、この候補地選定調査を実施した結果として、南北それぞれ5箇所ずつの都市を準好気性埋立実証試験地域とする。

2年目には、候補地選定調査から選ばれた南北それぞれ5箇所の都市において、準好気性埋立実証試験を実施する。現地から作業員や材料を調達し、5haの準好気性埋立地建設の指導を行う。なお、建設に先立っては中国側の現地担当者および作業員に対して、準好気性埋立システムや作業要領について十分な理解をうながすためにディスカッションを入念に行う。また、建設後にはモニタリングを含めた処理場の管理要領を十分に理解してもらうための教育訓練を行う。この教育訓練は中国においてはもちろんのこと、日本の現場や教育訓練機関を利用して実施する。これらの指導、教育訓練には、環境条件が整えば福岡大学、福岡市、ハビタット等から専門家を派遣することが可能である。

3年目には、南北それぞれ5箇所ずつの実証試験場地域の中から、準好気性埋立方式に対して深い理解を示し、その推進に熱心な都市、なおかつ、ごみ処理問題の解決を迫られている都市を南北1箇所ずつ選定し、20haの大型準好気性埋立場の建設に着手する。

また、3年目には次の候補地選定調査が始められ、その内容は1年目と同様である。そして、その成果は4年目の5ha準好気性埋立実証試験へとつながる。この工程を西暦2012年まで繰り返す。

20haの大型準好気性埋立地の建設は準好気性埋立実証試験を実施した都市の中から、毎年南北1箇所ずつ実施して行き、2012年まで継続する。

以上の工程は表5-1に示すとおりである。この結果、2000年から2012年にかけて、中国候補地選定調査は120箇所において実施され、準好気性埋立実証試験は60箇所で行われる。そして、大型準好気性埋立地は22箇所に建設されることになる。

表 5-1 プロジェクト実施スケジュール

実施項目	西 暦												
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
中国候補地選定調査 (20 箇所/年)	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔		
準好気性埋立実証試験 (10 箇所/年)		↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔		
大型準好気性埋立地建設 (2 箇所/年)			↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔

- ※) ・実証試験のための埋立地建設には 3 ヶ月を要し，その後ごみ搬入が始まるとする。  
 ・大型準好気性埋立地建設には半年を要し，その後ごみ搬入が始まるとする。

## 5.2 資金計画

プロジェクト実施に必要な資金は次のものが考えられる。

### ①カウンターパート活動資金

現地踏査、情報・資料収集、現場指導・監督が主な活動内容である。資金は旅費・交通費、人件費、通信費、備品購入費、消耗品費等に費やされる。

### ②専門家現地候補地選定調査資金

活動内容は現地踏査、情報・資料収集、現場指導・監督であり、カウンターパートと同じであるがその頻度は少ない。しかし、活動の質が高いため、1回当たりの単価は高い。資金は主に旅費・交通費、人件費に費やされる。

### ③専門家実証試験活動資金

現地作業の指導・助言と監督が主な活動である。短期間の活動にとどめるため、その負担はカウンターパートおよび現地責任者にかかってくる。したがって、専門家の活動資金を抑える部分をカウンターパートおよび現地責任者の教育・訓練で賄う必要がある。

### ④実証試験埋立地建設・運営・管理資金

5ha 埋立場建設とその運営・管理に必要な資金である。その内容および費用については第6章の費用対効果で詳述するが、2ha 埋立場で約1,100万円と見積もられる。

### ⑤中国専門家日本招聘教育・指導資金

カウンターパートおよび現地管理者を養成するための資金である。教育・訓練が主な活動であるが、プロジェクトの実現・持続性に大きく影響する活動であるため、十分な資金を用意する必要がある。

### ⑥大型準好気性埋立地建設資金（管理・運営のための資金は含まない）

20ha 埋立場の建設に必要な資金である。運営・管理のための費用を含んだ場合は倍額となる。

これらの中でプロジェクト実現・持続性を左右する資金は①および⑤であり、まずはこれらの資金を確保する必要がある、これらのほとんどは援助に頼らなくてはならないと考える。

### 5.3 カウンターパートとの実施体制

中国候補地選定調査において、事前に中国の情報入手したり、候補地との人脈を形成するにはカウンターパートの協力がなくては不可能に近い。また、現地調査の際にも、中国側との交渉を確実なものにするためにはカウンターパートの誠実な努力なくしては実現しない。この意味でカウンターパートの果たす役割は重要であり、その人選は的確に行われなくてはならない。

本プロジェクトにおいては、北京市に中日友好環境保護中心の要人およびハビタット北京駐在所職員が、広州市には福岡市と深い交流実績のある環境衛生局の組織および職員が、それぞれカウンターパートとなり得る。北京市の中日友好環境保護中心の要人は福岡大学との共同研究や研修交流を盛んに行っており、さらに日本の大気環境学会や廃棄物学会との交流も深い人物である。ハビタット中国駐在所の職員は長い現地経験を有するとともに、ハビタットとしての国際活動を展開する責務を有した人物である。広州市環境衛生局は福岡市との行政交流や研修を毎年行っており、さらに福岡大学との技術交流をも中国および日本において実施している実績がある。それらの交流を通じて広州市は着実に環境衛生行政を発展・展開させており、今では中国の環境衛生分野の模範かつ指導的な組織として存在している。そして、その技術水準の高いことも相まって、準好気性埋立方式の良き理解者でもある。

本プロジェクトを実践していく中のメニューとして研修がある。これは福岡市が福岡大学と協力して築き上げた廃棄物埋立技術の研修コースである。このカリキュラムの中にカウンターパートとしての能力を養うコースを設定することは可能である。研修に参加した人材は福岡市との行政的繋がりを強め、福岡大学との学術交流を深めることができ、研修を修了した後も中国における人脈の一つとして、カウンターパートとしての役割を展開していくことが可能となる。

本プロジェクトは以上のような適格なカウンターパートの協力を得て、現地打診、交渉、確約といった活動を着実に進め、現地においても確実な情報の収集、正確な行動計画、安全な活動に従事できる体制を確立できる。

## 6. プロジェクトの効果と評価

人口とごみ原単位から廃棄物排出量の将来予測を行い、これにガス化予測式と現地で入手したごみや発生ガスに関するデータを適用して、本プロジェクトによる温室効果ガス削減量を試算した。

その結果、10年間でメタンは199万トン（二酸化炭素換算量4,200万トン）削減することができ、そのための費用は二酸化炭素1トン当たり99円と計算され、本プロジェクトの有効性が確認された。

本プロジェクトの実施に際しては福岡大学、福岡市、ハビタットおよび(財)九州環境管理協会を中心とした運営母体を組織し、カウンターパートとの連携のもとに、事前調査、事業計画策定・評価を経たのち事業実施に至る実践方法を具体化した。プロジェクトの効果的な推進と普及には、カウンターパートと現地関係者の人材育成が不可欠であり、実践方法の中で研修が果たす役割は大きなものがある。

### 6.1 対象となる温室効果ガスの排出量の試算

#### (1) 技術根拠

廃棄物の埋立処分量や廃棄物の組成に関する情報がある場合は、これに埋立構造別のガス化率予測モデル式を適用して、埋立地からのガス発生量を予測することが可能である。しかし、対象地域の中国においては、これらの経年的なデータはほとんどなく、廃棄物の組成に関するデータが若干あるのみである。そこで、本プロジェクトにおいては、人口およびごみ原単位の将来予測から年間の廃棄物排出量を試算し、その量を埋立処分量と仮定して図6-1に示すフローにしたがって、埋立地からのガス発生量を算出した。以下に算出手順の詳細を述べる。



## (a) 人口の将来予測

廃棄物処分場からのガス発生量を将来にわたって予測する場合、まず第1に将来の廃棄物排出量が必要となる。しかし、経年的な廃棄物排出量のデータは、ほとんど明らかにされていないのが現状である。ところが、本調査においては生活ごみの発生量を長年にわたって記録したデータが入手できた（表 6-1）。この数字は広州市環境衛生局が作成した広州市環境衛生総合計画の中に収められている。しかし、この広州市のデータはあくまで広州市に当てはまるものであって、生活水準が似かよった都市であっても人口が異なれば適用ができない。なぜなら、生活ごみの排出量は生活水準と人口に大きく影響されるからである。このことは逆に、生活水準が同程度の都市であれば、人口さえ適切に補正できれば広州市の貴重なデータを生かせることを意味している。すなわち、広州市の経年的な廃棄物排出量のデータと広州市の人口推移データがあれば、両者からごみの原単位が算出でき、それを生活水準が広州市と変わらない都市に適用することによって、その都市のごみの排出量が求められる。

そこで、広州市の人口の経年変化を示したデータもしくは将来予測が可能なデータが必要となってくる。中国の都市人口の推移を表したものに国連資料（世界人口予測，1994）がある。この中には約 50 の都市の人口が過去のデータとともに 2015 年までの予測値として記載されている（表 6-2）。当然広州市のデータも存在している。中国の人口は文献や書物によってまちまちであり、その真意が疑われる中でこのデータは比較的信頼できるものと判断して、広州市の将来人口として用いた。

また、本プロジェクト対象地域は中国の人口 100 万人以上の都市としているが、表 6-2 の中の都市もほとんどが 100 万人以上の人口を示している。そして、これらの予測人口は表 6-3 の中国都市人口の増加率をもとに計算されている。そこで、広州市を含めた中国の人口 100 万人以上の都市を対象とした時の人口将来予測は、表 6-3 に示された 5 年間ごとの全都市の増加率を平均した値を適用することとした。この時の増加率は表 6-3 の最下段に示している。

## (b) 原単位の将来予測

中国において、ごみ原単位、すなわち1人1日当たりのごみ発生量を経年的に報告した例は少ない。劉文治らが第2回中日固体廃棄物処理技術検討会において1995年の統計データとして紹介している(表6-4)。広州市環境衛生総合計画書には最近10年間の経年データが記載されている(表6-1)。しかし、この値は表6-4に示した中国の23都市の値に比べて低い方に属している。また広州市の人口も増減が激しく、さらに1997年のごみ原単位はごみ発生量と人口から計算される値と異なっていることから、ごみ原単位の数値自体の信頼性に疑問が持たれる。

広州市環境衛生総合計画書に記載された経年的な廃棄物排出量のデータは1976年から1997年までのものである。本調査で必要とするデータは2000年から先の毎年の廃棄物排出量である。そこで、1976年データから1997年までのデータを使って回帰式を求め、この回帰式を基に1998年から先の廃棄物排出量を推定した(図6-2)。次に、各年の廃棄物排出量を先に求めた人口で除すことによって、各年のごみ原単位を算出した。結果を人口および廃棄物排出量とともに表6-5に示す。表中の廃棄物排出量は1998年以降は約9%ずつ増加しており、黄愛軍ら、韓光福、劉文治らが懸念している中国の年間廃棄物増加率6~10%の値とよく一致している。ごみ原単位についても、得られた数値は表6-4に示された平均値に近く、このごみ原単位の予測値を広州市以外の都市にも適用する場合には、かえって適切な数値になっていると思われる。

## (c) 埋立処分量の算出

廃棄物処分場に搬入される量は地理的条件や規模が極端に制約されない限り、搬入対象地域の人口とごみ原単位(1人が1日に排出するごみの量)で決まる。メタンガス発生量の計算にはこうして求められたごみ排出量を用いる。

しかし、埋立地は半永久的にごみを搬入し続けられる場所ではない。本プロジェクトにおいても、搬入量と搬入期間はプロジェクトの成果に大きく影響してくる。すなわち、埋立処分場の規模が数haの場合と数十haの場合とでは埋立容量、供用

期間，1日当りの搬入量等が大きく異なってくる。したがって，極端な制約となり得る規模の問題を解決しておかなくてはならない。

広州市および北京市の現地調査では，埋立処分場の面積はそのほとんどが約30～50haであった。両市とも500万人や1,000万人といった巨大人口をかかえており，そこから発生するごみを2～4箇所の処分場で処理しようとしている。北京市の六里屯埋立場のように，建国50周年事業として国家的な建設事業であるならば50haの開発は可能であるかもしれない。しかし，その事業さえも1期および2期に分かれて実施される。従って，それほど大きな人口を対象とせず，なおかついくらか余裕のある処理状態を生み出す埋立地の規模としては10～30haが適当ではないかと思われる。

ここで，ちなみに20haの処分場に毎日ほぼ一定量のごみ搬入があり，埋立高さ15m，供用期間10年とすると，1日当り搬入されるごみの量はいくらになるかを計算してみた。

$$\text{ごみ量(トン/日)} = \frac{20\text{ha} \times 10^4 \times 15\text{m}}{365\text{日} \times 10\text{年}} = 820$$

結果は820トン/日となり，これを原単位（約1kg/人/日）で除すと，82万人分のごみを1日に搬入できることになる。

埋立高さを広州市や北京市の処分場にみられるような20～30mにすれば，さらに多くのごみが搬入可能となる。しかし，ごみの密度や覆土を考慮した場合には，ごみ搬入量は少なくならざるを得ず，供用期間も短縮されることになる。やはり埋立処分場の規模は20ha，その時の対象となる人口は100万人とするのが妥当と思われる。

#### (d) 埋立廃棄物中の易分解性有機物量の算出

ガス量は埋立廃棄物中の有機物量によって異なる。従って，この値を定量化するためには，埋立廃棄物中の生物分解性有機物量当りに換算する必要がある。

埋立廃棄物に含まれる生物分解性有機物のうち，紙類，繊維類および草木類は厨

芥に比べて難分解性有機物であるため、厨芥などの易分解性有機物の分解が、約 10 年間では先行するものと仮定し、以下のようにガス化率が定義されている。

$$\text{ガス化率(\%)} = \frac{\text{ガス化量}}{\text{易分解性有機物量}} \times 100$$

松藤らは埋立模型槽による実験の結果から、埋立構造別のガス化率予測モデル式を提案している。従って、このガス化率予測モデル式を用いてガス化量を算出するには易分解性有機物量の把握が必要となってくる。

この易分解性有機物量（ $C_w$ 、炭素量）は次式から求める。

$$C_w = T_w \times W_G \times W_c \times W_s$$

ここで  $T_w$ ：埋立廃棄物量(トン)(人口とごみ原単位から算出)

$W_G$ ：厨芥の割合

$W_c$ ：厨芥の有機物含有率(有機性炭素含有率)

$W_s$ ：廃棄物の乾分率

厨芥の割合は広州市環境衛生総合計画書によると表 6-6 に示すとおりである。15mm 以上、15mm 以下、果皮および植物の平均値を合計すると 60.97 %となる。そこで、生活ごみに占める厨芥の割合を 60 %とした。

厨芥の有機物含有率(有機性炭素含有率)のデータの参考となるものは広州市環境衛生総合計画書の中にある。ここでは表 6-7 に示すように厨芥に含まれる炭素としてではなく、竹木、紙、布、プラスチック等を含んだごみの炭素量で表している。そこで、厨芥とそれ以外の可燃物ごみの割合を考慮して、ここに示されている値の 2 倍である 60 %を厨芥に含まれる有機物含有量(有機性炭素含有量)とした。

廃棄物の乾分率は広州市環境衛生総合計画書に示されているごみの含水率データを用いた。表 6-8 からは混合ごみの含水率の平均は 45.65 %であるが、廃棄物中には表 6-6 に示すように若干の不燃物も存在している。これらを考慮した場合、含水率は若干下がると思われる。そこで、廃棄物の含水量を 40 %として乾分率を 60 %とした。

### (e) 埋立構造別の CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>発生割合

廃棄物が処分場に埋め立てられてからは、その中の有機成分が分解してガスが発生する。この時発生するガスの主成分は嫌気性埋立の場合と準好気性埋立の場合とは異なっており、嫌気性埋立ではメタン (CH<sub>4</sub>) が、準好気性埋立では二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) が主成分となる。埋立地から発生する温室効果ガスが地球温暖化へ及ぼす影響を検討するためには、ガス化量の算出だけでなく CO<sub>2</sub> および CH<sub>4</sub> の発生割合を埋立構造別に求めておく必要がある。嫌気性埋立地の場合のメタンおよび二酸化炭素の発生割合は、中国における埋立地の現地測定結果より決定できる。中国では広州市の大田山埋立場および李坑埋立場、北京市での六里屯埋立場および北神樹埋立場において本調査による実測値があり、それらの数値は現地調査の報告として 4 章表 4-3 および表 4-5 に示している。表中のメタンと二酸化炭素の濃度から割合を算出するとメタン 60 %、二酸化炭素 40 % となる。準好気性埋立地のガス発生割合は松藤らの文献値を用いることとし、その割合はメタン 20 %、二酸化炭素 80 % とした。

### (f) 埋立構造別のガス化率予測モデル式

一般に埋立地からのメタンガス発生量の計算には次の式がよく用いられる。

$$CH_4 \text{ (t/day)} = L_{and} \times DOCF_{rac} \times GasF_{rac} \times CH_4F_{rac} \times C_{onv}$$

ここで、

CH<sub>4</sub> : メタン排出量

L<sub>and</sub> : 年間埋立処分量

DOCF<sub>rac</sub> : 有機性炭素含有率

GasF<sub>rac</sub> : 有機性炭素ガス化率

CH<sub>4</sub>F<sub>rac</sub> : ガス中のメタン率

C<sub>onv</sub> : 16/12

この式は IPCC が推奨する幾つかの式の中の一つである。先に紹介した「北京市

の温室効果ガスと予備的抑制策」の中でも、埋立地からのメタンガス発生量の計算に用いられている。

本調査では、福岡大学工学部土木工学科水理衛生工学実験室が構築したガス化予測モデル式を採用した。この予測式は、埋立模型槽から長年にわたって得られた実験データに基づいて求められたものであり、実際の埋立地におけるガス発生メカニズムを模型槽の中で再現したものといえる。計算に用いた埋立構造別のガス化率予測モデル式は次のとおりである。

$$\text{準好気性 } y = 29.00 \log x + 0.77$$

$$\text{嫌気性 } y = 0.76x - 0.02 \quad (0 \sim 3 \text{ 年})$$

$$y = 30.61 \log x - 6.91 \quad (4 \sim 10 \text{ 年})$$

ただし、 $y$  : ガス化率 (%)

$x$  : 経過時間 (月) ( $x > 1$ )

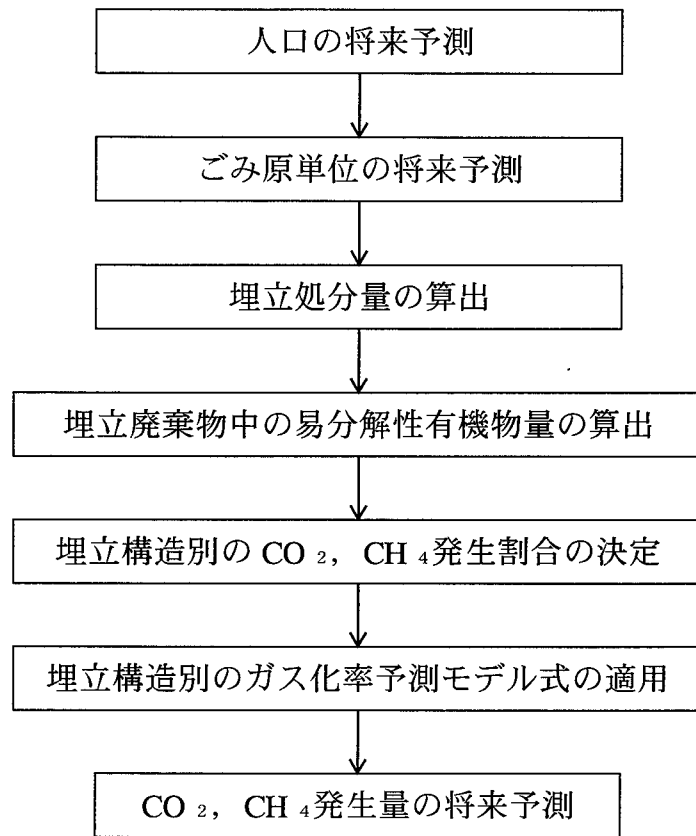


図 6-1 埋立地からのガス発生量の算出フロー

表 6-1 広州市のごみ発生量の経年変化

年度	ごみ産量 (万 t/a)	一人当り日産量 (kg/人・d)	総人口*	年度	ごみ産量 (万 t/a)	一人当り日産量 (kg/人・d)	総人口*
1976	28.35			1987	74.57		
1977	29.1			1988	76.12	0.52	398.13
1978	29.85			1989	77.71	0.49	431.38
1979	30.11			1990	78.94	0.53	411.43
1980	32.1			1991	92.81	0.64	395.31
1981	34.35			1992	98.63	0.64	419.56
1982	36.53			1993	108.4	0.68	473.7
1983	38.85			1994	112.28	0.63	491.38
1984	47.4			1995	116.31	0.66	481.67
1985	48.45			1996	132.32	0.74	492.14
1986	65.26			1997	142.2	0.75	480.0

注) \* : 総人口(市区非農業人口及び常住流動人口含む)



表 6-2 中国主要都市の人口推移

(千人)

Country and agglomeration	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
鞍山 Anshan	479	601	753	917	996	1082	1175	1281	1432	1648	1926	2222	2509	2788
包头 Baotou	97	199	407	737	822	918	1024	1108	1231	1414	1651	1907	2157	2400
北京 Beijing	3913	4953	6269	7653	8087	8545	9029	9797	10872	12362	14206	16086	17818	19423
本溪 Benxi	414	474	542	613	661	713	769	831	925	1063	1244	1441	1634	1823
长春 Changchun	765	922	1111	1312	1430	1558	1698	1900	2169	2523	2954	3398	3821	4228
长沙 Changsha	623	670	721	779	857	942	1036	1164	1334	1559	1833	2119	2393	2660
成都 Chengdu	725	958	1266	1622	1835	2076	2348	2601	2942	3401	3963	4545	5097	5623
重庆 Chongqing	1680	1837	2010	2184	2308	2439	2577	2784	3086	3525	4087	4681	5247	5788
大连 Dalian	678	850	1064	1285	1339	1396	1455	1916	2491	3132	3777	4363	4894	5402
大庆 Daqing	310	357	411	473	545	627	722	831	972	1151	1363	1581	1791	1997
大同 Datong	165	284	488	762	818	877	941	1009	1114	1275	1488	1720	1947	2168
抚顺 Fushun	634	726	832	941	1009	1082	1160	1253	1391	1595	1860	2146	2424	2694
阜新 Fuxin	147	223	339	483	526	572	623	680	762	880	1034	1200	1363	1523
福州 Fuzhou	492	598	728	866	936	1012	1095	1193	1333	1535	1794	2072	2341	2602
广州 Guangzhou	1343	1797	2403	3038	3070	3102	3135	3307	3595	4056	4676	5344	5983	6591
贵阳 Guiyang	195	338	584	925	1026	1140	1265	1385	1554	1792	2095	2415	2725	3025
邯郸 Handan	136	226	375	579	665	765	879	987	1131	1323	1557	1802	2039	2270
杭州 Hangzhou	638	739	856	975	1034	1097	1164	1251	1383	1581	1843	2126	2402	2670
哈尔滨 Harbin	1012	1276	1610	1968	2122	2288	2467	2640	2905	3303	3825	4382	4915	5425
合肥 Hefei	437	482	532	588	649	716	790	872	985	1143	1343	1556	1763	1965
呼和浩特 Hohhot	109	182	305	473	540	617	704	793	911	1067	1259	1461	1656	1847
吉林 Jilin	371	484	632	795	870	952	1041	1150	1299	1506	1766	2040	2305	2563
济南 Jinan	598	741	919	1104	1168	1236	1308	1776	2365	3019	3663	4237	4755	5250
锦州 Jinzhou	326	371	421	472	500	530	562	705	883	1090	1313	1529	1732	1932
鸡西 Jixi	157	240	367	526	587	656	733	800	896	1034	1213	1406	1595	1779
高雄 Kaohsiung	255	337	445	594	827	978	1157	1296	1480	1726	2027	2340	2641	2932
昆明 Kunming	641	741	856	982	1096	1223	1365	1497	1683	1942	2269	2615	2948	3270
兰州 Lanzhou	315	464	682	948	1056	1175	1307	1395	1534	1747	2032	2342	2643	2935
柳州 Liuzhou	131	181	249	332	393	464	548	640	758	905	1077	1253	1422	1589
洛阳 Luoyang	123	214	372	597	690	797	921	1043	1202	1411	1662	1923	2175	2420
南昌 Nanchang	343	440	564	704	794	896	1011	1176	1386	1646	1948	2253	2543	2825
南京 Nanjing	973	1179	1429	1689	1809	1938	2076	2285	2571	2965	3454	3966	4453	4919
南宁 Nanning	157	225	323	450	550	672	821	1004	1231	1498	1791	2077	2347	2609
青岛 Qingdao	894	933	973	1016	1060	1106	1154	1246	1383	1585	1850	2134	2411	2679
齐齐哈尔 Qiqihar	265	411	639	924	1004	1090	1184	1284	1430	1642	1916	2211	2496	2774
上海 Shanghai	5333	6866	8839	10872	11154	11443	11739	12396	13452	15082	17213	19435	21489	23382
汕头 Shantou	420	458	498	542	590	642	699	760	850	981	1150	1333	1513	1689
沈阳 Shenyang	2091	2451	2873	3300	3493	3697	3913	4219	4664	5310	6134	6999	7816	8588
石家庄 Shijiazhuang	307	426	591	782	857	940	1030	1156	1324	1547	1818	2102	2374	2639
苏州 Suzhou	457	486	516	548	583	619	657	710	790	908	1065	1235	1402	1567
台北 Taipei	604	760	955	1233	1770	1835	2156	2484	2900	3417	4012	4608	5166	5700
太原 Taiyuan	629	790	992	1216	1359	1519	1698	1893	2154	2502	2926	3366	3786	4189
唐山 Tangshan	640	731	835	950	1067	1198	1344	1424	1557	1767	2053	2364	2668	2962
天津 Tianjin	2374	2931	3618	4426	5222	6160	7268	8133	9253	10687	12369	14040	15573	16998
乌鲁木齐 Urumqi	102	174	296	472	582	717	884	1090	1345	1643	1966	2279	2572	2857
武汉 Wuhan	1228	1578	2028	2516	2713	2926	3155	3440	3840	4399	5101	5833	6525	7182
无锡 Wuxi	572	588	604	627	677	730	788	851	946	1086	1271	1471	1668	1861
西安 Xian	650	895	1233	1622	1773	1939	2120	2418	2800	3283	3849	4420	4958	5472
徐州 Xuzhou	341	397	462	534	597	667	745	824	933	1084	1274	1477	1674	1867
宜春 Yichun	134	213	339	505	579	664	761	823	914	1051	1230	1425	1616	1803
郑州 Zhengzhou	521	650	810	987	1100	1227	1368	1518	1722	1999	2340	2697	3040	3371

表 6-3 中国都市部人口の増加率

(%)

	1950-1955	1956-1960	1960-1965	1965-1970	1970-1975	1975-1980	1980-1985	1985-1990	1990-1995	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015
鞍山	4.52	4.52	3.94	1.65	1.65	1.65	1.72	2.23	2.82	3.11	2.86	2.43	2.10
包頭	14.31	14.31	11.87	2.20	2.20	2.20	1.57	2.11	2.76	3.11	2.88	2.46	2.13
北京	4.71	4.71	3.99	1.10	1.10	1.10	1.63	2.08	2.57	2.78	2.49	2.05	1.73
本溪	2.70	2.70	2.46	1.51	1.51	1.51	1.56	2.12	2.79	3.15	2.94	2.51	2.19
長春	3.74	3.74	3.33	1.72	1.72	1.72	2.25	2.64	3.03	3.15	2.80	2.35	2.02
長沙	1.46	1.46	1.55	1.90	1.90	1.90	2.33	2.72	3.12	3.24	2.89	2.44	2.11
成都	5.58	5.58	4.95	2.46	2.46	2.46	2.05	2.46	2.90	3.06	2.74	2.29	1.97
重慶	1.80	1.80	1.66	1.10	1.10	1.10	1.55	2.06	2.66	2.96	2.71	2.28	1.96
大連	4.50	4.50	3.76	0.83	0.83	0.83	5.51	5.25	4.58	3.75	2.88	2.30	1.98
大慶	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	3.12	3.38	3.38	2.97	2.50	2.17
大同	10.82	10.82	8.93	1.40	1.40	1.40	1.40	1.98	2.69	3.09	2.90	2.48	2.15
撫順	2.72	2.72	2.46	1.40	1.40	1.40	1.54	2.09	2.73	3.08	2.86	2.44	2.11
阜新	8.39	8.39	7.05	1.70	1.70	1.70	1.75	2.28	2.89	3.22	2.98	2.55	2.22
福州	3.93	3.93	3.46	1.56	1.56	1.56	1.71	2.23	2.82	3.12	2.87	2.44	2.12
広州	5.82	5.82	4.69	0.21	0.21	0.21	1.07	1.67	2.41	2.85	2.67	2.26	1.94
貴陽	10.97	10.97	9.19	2.09	2.09	2.09	1.81	2.30	2.85	3.12	2.85	2.41	2.09
邯鄲	10.17	10.17	8.69	2.79	2.79	2.79	2.32	2.72	3.13	3.26	2.92	2.47	2.14
杭州	2.95	2.95	2.95	1.18	1.18	1.18	1.44	2.01	2.68	3.07	2.86	2.44	2.11
ハルビン	4.65	4.65	4.02	1.51	1.51	1.51	1.35	1.91	2.57	2.93	2.72	2.30	1.97
合肥	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97	2.45	2.98	3.22	2.94	2.50	2.17
フフホト	10.30	10.30	8.77	2.64	2.64	2.64	2.38	2.77	3.18	3.31	2.97	2.51	2.19
吉林	5.31	5.31	4.61	1.80	1.80	1.80	1.98	2.45	2.95	3.18	2.89	2.45	2.12
済南	4.30	4.30	3.66	1.13	1.13	1.13	6.11	5.73	4.88	3.87	2.91	2.30	1.98
錦州	2.54	2.54	2.27	1.17	1.17	1.17	4.53	4.50	4.22	3.72	3.04	2.50	2.18
鷄西	8.45	8.45	7.20	2.22	2.22	2.22	1.74	2.26	2.87	3.19	2.95	2.52	2.19
高雄	5.56	5.56	5.77	6.61	3.36	3.36	2.26	2.66	3.07	3.21	2.87	2.42	2.09
昆明	2.89	2.89	2.75	2.19	2.19	2.19	1.86	2.33	2.87	3.11	2.84	2.40	2.07
蘭州	7.71	7.71	6.59	2.14	2.14	2.14	1.30	1.89	2.61	3.02	2.84	2.42	2.09
柳州	6.41	6.41	5.79	3.33	3.33	3.33	3.12	3.37	3.55	3.48	3.02	2.54	2.21
洛陽	11.10	11.10	9.45	2.89	2.89	2.89	2.48	2.85	3.20	3.28	2.92	2.46	2.13
南昌	4.96	4.96	4.45	2.41	2.41	2.41	3.02	3.27	3.44	3.36	2.91	2.43	2.10
南京	3.84	3.84	3.35	1.38	1.38	1.38	1.91	2.36	2.85	3.06	2.76	2.32	1.99
南寧	7.25	7.25	6.60	4.02	4.02	4.02	4.02	4.08	3.94	3.57	2.96	2.44	2.12
青島	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	1.54	2.08	2.73	3.08	2.86	2.44	2.11
齊齊哈爾	8.82	8.82	7.38	1.65	1.65	1.65	1.62	2.15	2.77	3.09	2.86	2.43	2.11
上海	5.05	5.05	4.14	0.51	0.51	0.51	1.09	1.64	2.29	2.64	2.43	2.01	1.69
汕頭	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69	2.23	2.86	3.19	2.96	2.53	2.20
瀋陽	3.18	3.18	2.77	1.14	1.14	1.14	1.50	2.01	2.59	2.89	2.64	2.21	1.88
石家莊	6.55	6.55	5.60	1.84	1.84	1.84	2.31	2.71	3.11	3.24	2.90	2.44	2.12
蘇州	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.56	2.12	2.80	3.17	2.97	2.54	2.22
台北	4.58	4.58	5.11	7.22	0.73	3.22	2.83	3.09	3.28	3.21	2.77	2.29	1.96
太原	4.55	4.55	4.09	2.22	2.22	2.22	2.18	2.58	3.00	3.14	2.80	2.35	2.02
唐山	2.66	2.66	2.59	2.31	2.31	2.31	1.16	1.78	2.54	2.99	2.83	2.42	2.09
天津	4.21	4.21	4.03	3.31	3.31	3.31	2.25	2.58	2.88	2.92	2.54	2.07	1.75
ウルムチ	10.63	10.63	9.33	4.18	4.18	4.18	4.18	4.20	4.01	3.59	2.95	2.42	2.10
武漢	5.01	5.01	4.31	1.51	1.51	1.51	1.73	2.20	2.72	2.96	2.68	2.24	1.92
無錫	0.55	0.55	0.74	1.52	1.52	1.52	1.54	2.10	2.77	3.14	2.93	2.51	2.18
西安	6.41	6.41	5.48	1.78	1.78	1.78	2.63	2.93	3.19	3.18	2.77	2.30	1.97
徐州	3.05	3.05	2.88	2.23	2.23	2.23	2.01	2.48	3.00	3.24	2.95	2.51	2.18
宜春	9.28	9.28	7.96	2.73	2.73	2.73	1.55	2.11	2.78	3.15	2.94	2.52	2.19
鄭州	4.41	4.41	3.96	2.17	2.17	2.17	2.09	2.52	2.98	3.15	2.84	2.39	2.07
平均値	5.33	5.33	4.69	2.10	1.91	1.96	2.19	2.60	3.03	3.18	2.85	2.40	2.07

表 6-4 中国都市ごみ原単位比較

(1995 年)

都市	原単位(kg/人/日)
上海	0.74
北京	0.86
天津	1.05
武漢	0.55
広州	0.67
哈爾濱	1.80
西安	0.89
濟南	0.65
長沙	0.80
貴陽	1.09
福州	0.83
無錫	0.85
合肥	0.62
南京	0.80
新郷	0.87
蚌埠	0.75
樂山	1.15
十堰	0.77
深圳	1.20
南京	0.70
福州	0.76
景德鎮	0.95
呼和浩特	1.58
平均	0.89

# 広州市のごみ発生量予測

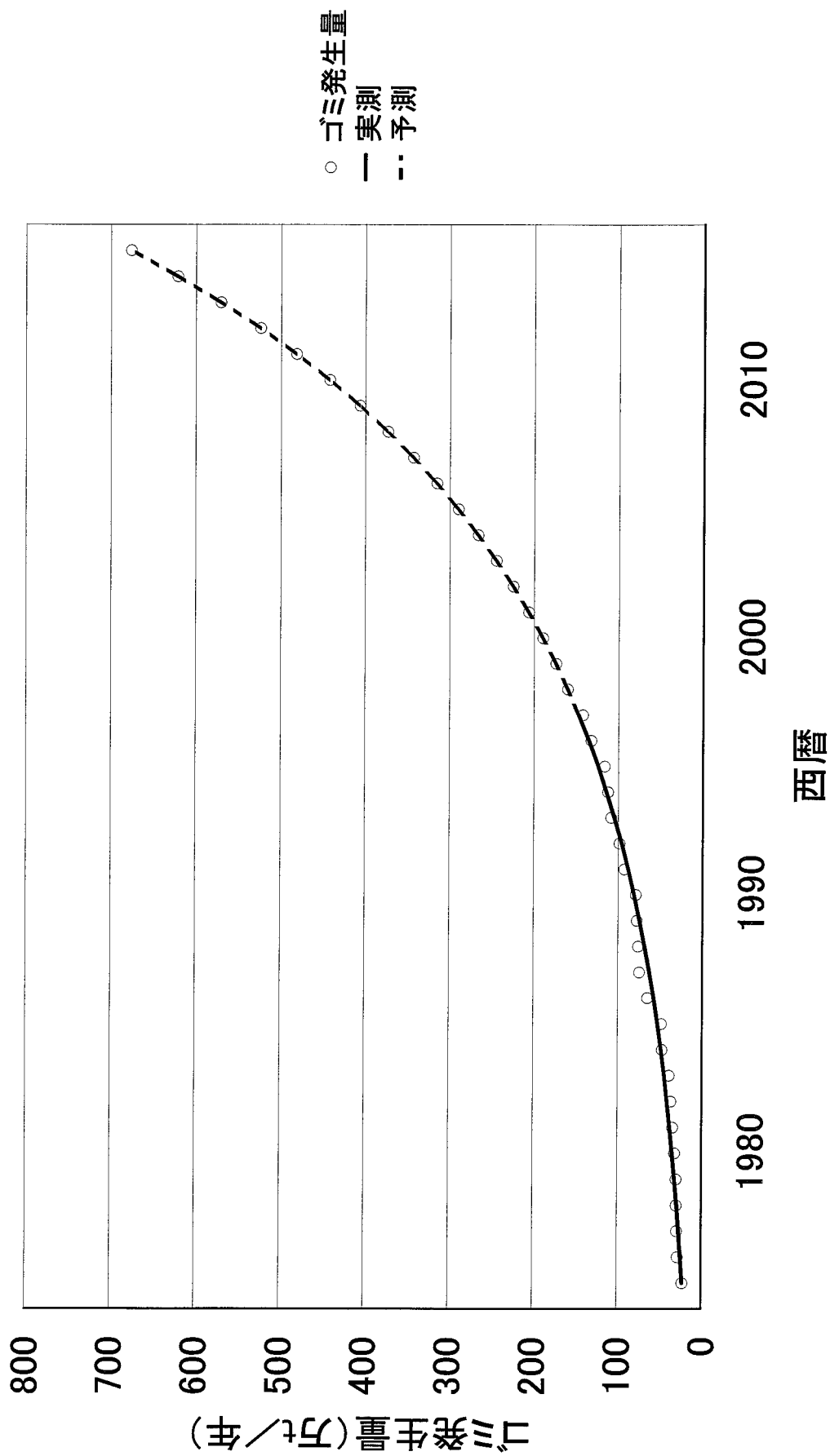


図 6-2 広州市のごみ発生量予測

表 6-5 広州市の人口、ごみ発生量及び原単位の推移

西暦	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
人口	(万人)	359.50	368.16	377.04	386.12	395.43	405.60	417.16	429.05	441.28	453.85	467.60	480.08	492.90
ゴミ発生量	(万t/年)	78.94	92.81	98.63	108.40	112.28	116.31	132.32	142.20	159.96	174.12	189.53	206.30	224.56
原単位	(kg/人/日)	0.60	0.69	0.72	0.77	0.78	0.79	0.87	0.91	0.99	1.05	1.11	1.18	1.25

表 6-5 広州市の人口、ごみ発生量及び原単位の推移(つづき)

西暦	単位	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
人口	(万人)	506.06	519.58	534.40	546.48	558.83	571.46	584.37	598.30	609.91	621.74	633.80	646.10	659.10
ゴミ発生量	(万t/年)	244.43	266.07	289.61	315.24	343.14	373.51	406.57	442.55	481.71	524.34	570.75	621.26	676.24
原単位	(kg/人/日)	1.32	1.40	1.48	1.58	1.68	1.79	1.91	2.03	2.16	2.31	2.47	2.63	2.81

表 6-6 広州市八区生活ごみ成分調査

(調査時期：1997.9.22～9.27)

区名	調査地点	試料数	密度 t/m <sup>3</sup>	厨芥ごみ(%)				その他のごみ(%)						
				>15mm	<15mm	果皮	植物	木、竹	紙	布	プラスチック	金属	ガラス	陶器
東山区	明月 1	3	0.30	30.61	14.26	4.10	9.32	3.46	7.21	3.11	18.97	0.61	2.33	6.48
	明月 2	3	0.33	38.41	11.91	3.60	5.50	1.23	6.84	4.05	18.99	0.54	3.33	3.74
荔湾区	黄沙	3	0.35	35.88	15.25	1.07	4.96	2.02	8.36	4.21	20.93	0.86	3.43	1.05
	沙面	3	0.30	28.72	10.88	1.19	8.67	1.65	6.18	7.80	15.51	0.53	7.50	7.70
海珠区	江南西	3	0.30	37.86	13.71	4.36	6.08	2.46	5.14	3.77	13.55	1.35	1.88	7.35
	海幢	3	0.35	37.82	14.92	3.24	6.22	2.39	6.82	2.37	21.58	1.35	2.14	2.38
越秀区	東風	3	0.34	32.17	8.95	2.79	13.97	5.35	7.95	3.68	16.75	1.03	5.03	1.47
	六榕	3	0.32	36.74	12.44	1.79	5.40	1.55	8.73	3.40	19.72	1.05	2.62	2.38
天河区	天河	3	0.34	30.13	19.47	6.73	8.05	0.89	5.49	3.38	18.36	0.92	1.54	5.06
	淘金	3	0.29	21.66	12.41	1.80	17.26	2.54	9.31	5.35	22.30	0.46	2.69	4.21
白雲区	風水基	3	0.32	32.20	16.56	2.98	9.60	4.88	6.64	6.49	15.00	0.93	2.09	2.63
	站西	3	0.32	38.71	13.09	2.16	7.80	4.57	5.21	2.59	20.25	0.44	3.58	1.59
芳村区	合興苑	3	0.35	37.39	12.83	2.91	13.21	2.53	3.92	4.18	16.58	0.43	2.75	3.27
	花地	3	0.35	39.32	18.28	2.14	10.78	1.22	4.05	4.03	13.26	0.61	2.15	6.16
黄埔区	荔園	3	0.35	40.05	12.84	2.97	7.76	0.79	6.58	4.87	17.73	0.57	2.37	3.47
	怡園	3	0.34	33.67	18.28	2.29	17.41	1.30	3.73	5.71	11.14	1.01	2.71	2.76
平均	—	—	0.33	34.46	14.13	2.88	9.50	2.43	6.39	4.31	17.54	0.79	3.01	3.86

表 6-7 広州市八区生活ごみ非金属元素含量

(調査時期：1997.9.22～9.27, 単位：%)

区名	調査点	試料数	総窒素	総炭素	総水素	総酸素	総塩素	総硫黄
東山区	明月 1	3	1.05	30.14	4.35	19.81	0.30	0.10
	明月 2	3	1.16	32.10	4.64	19.86	0.32	0.11
荔湾区	黄沙	3	1.09	31.89	4.60	19.84	0.30	0.10
	沙面	3	1.14	30.38	4.36	20.87	0.34	0.11
海珠区	江南西	3	1.21	29.96	4.27	20.78	0.34	0.11
	海幢	3	1.06	30.54	4.42	18.50	0.29	0.10
越秀区	東風	3	1.09	29.32	4.22	20.56	0.32	0.10
	六榕	3	1.00	27.72	4.01	17.78	0.28	0.09
天河区	天河	3	1.24	32.69	4.65	21.53	0.35	0.11
	淘金	3	0.87	32.08	4.75	18.96	0.30	0.10
白雲区	風水基	3	1.10	32.55	4.65	21.98	0.31	0.11
	站西	3	1.03	30.06	4.34	18.71	0.30	0.10
芳村区	合興苑	3	1.20	30.57	4.38	20.38	0.34	0.11
	花地	3	1.41	32.72	4.61	23.11	0.38	0.12
黄埔区	荔園	3	1.26	36.18	5.25	23.25	0.37	0.12
	怡園	3	1.20	29.82	4.26	21.22	0.37	0.11
平均	—	—	1.13	31.17	4.49	20.45	0.32	0.11

表 6-8 広州市八区生活ごみ各成分含水率

(調査時期：1997.9.22～9.27, 単位：%)

区名	調査点	試料数	>15mm	<15mm	植物	竹木	紙	布	プラスチック	混合ごみ
東山区	明月 1	3	46.56	47.84	72.64	30.59	45.98	56.71	51.26	46.68
	明月 2	3	45.37	40.06	80.57	43.38	49.57	61.63	41.25	45.21
荔湾区	黄沙	3	48.07	41.08	78.16	44.70	54.50	43.16	46.77	46.84
	沙面	3	39.62	40.28	64.60	33.54	54.40	61.39	48.19	40.29
海珠区	江南西	3	46.82	44.66	64.76	37.18	50.48	50.95	44.77	40.50
	海幢	3	51.34	42.39	76.87	39.96	54.07	55.28	48.30	48.25
越秀区	東風	3	50.44	44.70	69.87	33.06	60.19	61.28	56.41	50.20
	六榕	3	52.39	50.49	79.95	42.51	56.68	59.35	54.10	52.18
天河区	天河	3	39.07	22.43	72.76	30.47	54.72	41.72	47.08	39.38
	淘金	3	59.30	49.48	70.58	34.54	50.48	56.49	41.96	49.67
白雲区	風水基	3	49.51	38.32	74.04	27.35	46.42	48.99	37.76	41.48
	站西	3	54.55	44.47	78.33	35.69	44.57	50.61	48.68	50.38
芳村区	合興苑	3	48.44	41.30	73.06	26.62	62.81	51.53	48.13	46.09
	花地	3	39.25	33.16	71.04	31.91	44.86	54.60	43.63	40.44
黄埔区	荔園	3	49.48	51.30	60.04	28.04	25.46	44.20	33.63	43.04
	怡園	3	56.26	43.49	63.03	38.83	61.59	56.43	38.66	49.75
平均	—	—	48.53	42.22	71.89	35.57	51.05	53.39	45.66	45.65



## (2) 算定基礎となるベースラインおよび排出削減量

中国の廃棄物問題が深刻化している都市を対象として、本プロジェクトは実施される。プロジェクトでは、準好気性埋立方式の普及を目的とした 5ha の実証試験を実施し、その成果を踏まえて 20ha の大型準好気性埋立地を建設することを計画している。ここでは、嫌気性埋立地から発生するガス量をベースラインとして、プロジェクトを実施した場合の排出削減量を試算し、本プロジェクトの効果を評価した。

プロジェクトによる排出削減量を試算するのに先だって、現在の中国の嫌気性埋立地が将来もたらす影響を、ガス発生量予測値として把握しておくことも重要である。

これらの計算は図 6-3 に示した算出フローにしたがって行い、嫌気性埋立地および準好気性埋立地から発生するガスの計算式は次の式を用いた。

$$\text{ガス発生量} = \text{人口} \times \text{ごみ原単位} \times \text{ごみ乾分率} \times \text{厨芥の割合} \times \text{有機性炭素含有率} \times \text{ガス化率} \times \text{ガス発生割合} \times \text{ガス換算値} \times 36.5$$

ただし、

ガス発生量：メタンまたは二酸化炭素の年間発生量（トン/年）

人口：2000 年から 2012 年まで表 6-3 に示す増加率で推移する（万人）

ごみ原単位：2000 年から 2012 年まで表 6-5 に示す値で推移する（kg/人/日）

ごみ乾分率：広州市の生活ごみの成分分析値から計算した値，0.6

厨芥の割合：広州市の生活ごみの組成分析値，0.6

有機性炭素含有率：広州市の生活ごみの成分分析値から計算した値，0.6

ガス化率：次式を用いる

$$\text{嫌気性埋立} \quad 0.76x - 0.02 \quad (x = 0 \sim 3 \text{ 年})$$

$$30.61 \log x - 6.91 \quad (x = 4 \sim 10 \text{ 年})$$

$$\text{準好気性埋立} \quad 29.00 \log x + 0.77 \quad (x \geq 0)$$

ガス発生割合：嫌気性埋立には広州市・北京市の埋立地における実測値、

メタン 0.6，二酸化炭素 0.4

準好気性埋立には国内データ，メタン 0.2，二酸化炭素 0.8

ガス換算値：メタン 16/12，二酸化炭素 44/12

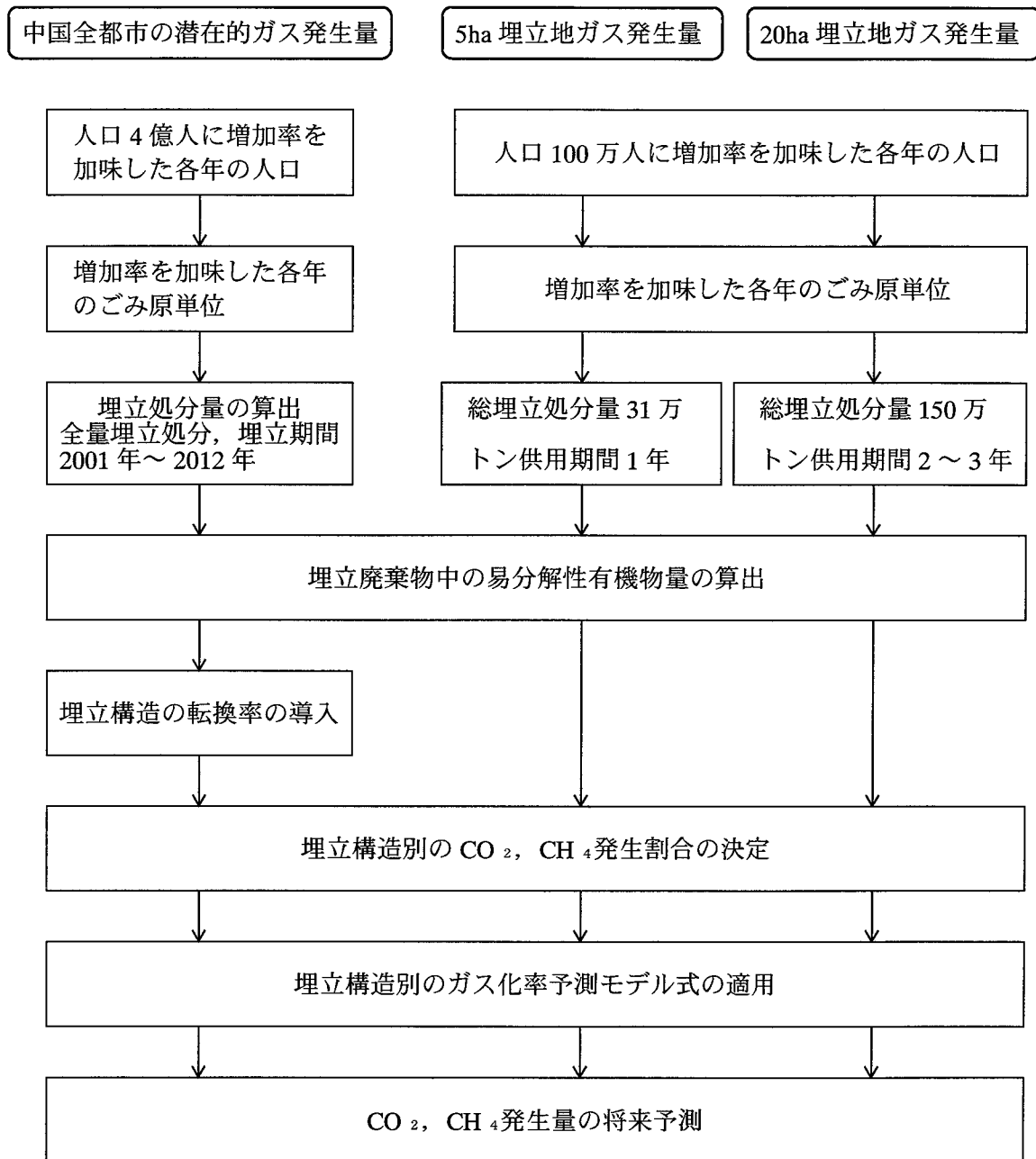


図 6-3 排出削減量算出フロー

## (a) 中国大都市の潜在的ガス排出削減量

中国の廃棄物問題は都市部において深刻である。その廃棄物処理問題を抱えている都市人口は 1992 年時点で 3 億 5,000 万人といわれている。そして、この都市に集中した人口は 2000 年においては 4 億人を超すと思われる。これらの都市では廃棄物処理は単純な埋立処理、いわゆる嫌気性埋立に頼っているのが現状であり、何らかの対策が急務とされている。

そこで、中国の全都市（人口 4 億人）において、廃棄物の埋立方式が改善されないまま 2012 年を迎えた場合のメタンおよび二酸化炭素の発生量と、2012 年までに一定の割合で嫌気性埋立方式から準好気性埋立方式へと転換された場合のメタンおよび二酸化炭素の発生量を計算し、両者から中国全都市の潜在的なメタン削減量を試算してみた。試算に当たっての条件としては、人口およびごみ原単位は表 6-3 および表 6-5 にしたがって増加するとした。また、嫌気性埋立から準好気性埋立への転換率は 2000 年を 0 として 2012 年には 100 % 転換すると仮定して、毎年 8.33 % ずつ転換率は上昇していくと仮定した。

この場合、中国全都市が準好気性埋立方式を採用せずに 2012 年を迎えた場合がベースラインとなり、このベースラインと一定の割合で準好気性埋立方式を取り入れて 2012 年を迎えた場合の差が削減量に相当する。

まず、中国全都市の潜在的ガス発生量については、先に示した人口増加率、ごみの原単位、ガス化率予測式および各種係数を用いて計算し、2001 年から 2012 年までの各年のメタンおよび二酸化炭素の発生量を求めた。この計算過程の詳細は表 6-9 の計算表に示している。結果を表 6-10 の上段に示す。当初メタンの発生量は約 280 万トンであったが、毎年数百万トンずつ増加し続けて 2012 年には約 4,600 万トンにまで達する。この間の累積発生量は 29,500 万トン（二酸化炭素換算量 620,000 万トン）となり、中国全都市の嫌気性埋立地は非常に大きなメタン発生源であることがわかる。なお、二酸化炭素換算量は、メタンの温室効果が二酸化炭素の 21 倍（熱吸収相対値の比）であるとして、この数値をメタン発生量に乗じて算出した。

次に、中国の埋立地が一定の転換率で嫌気性埋立構造から準好気性埋立構造へと移行しながら 2012 年を迎えた場合のガス発生量を計算した。この場合のガス発生量の経年変化は表 6-10 の下段のようになる。この表の数値は、転換していない嫌

気性埋立地からのガス発生量と、転換した準好気性埋立地からのガス発生量を合わせたものである。それぞれの場合のガス発生量は表 6-11 に示している。ガス排出削減量は表 6-10 から求めることができ、メタンの 2012 年までの累積削減量は 8,400 万トンと計算される。一方、二酸化炭素は逆に増加し、その増加量は 28,300 万トンと計算される。この増加分を先に求めたメタンの削減量から差し引いて再評価してみると、正味のメタン削減量は 7,000 万トンとなる。二酸化炭素換算量は 148,000 万トンとなり、かなり大きな削減効果が期待できる。図 6-4 は表 6-10 を図に表現したものであるが、この図からも埋立構造の転換が進めば二酸化炭素の発生量は増加するが、メタンの発生量は確実に減少していくことがわかる。

以上は中国全都市のメタン発生量のベースラインおよびメタン排出削減量であるが、これを都市別にみることも可能である。すなわち、中国全都市の人口 4 億人を都市人口に置き換えることで、埋立地からのガス発生量を都市ごとに算出できる。そして、この結果は本プロジェクトの対象地域を選定する際の参考とすることができる。

そこで、対象都市を各省および自治区の政府所在地ならびに直轄市とし、それぞれの都市人口は表 6-2 中の 2000 年の欄に示された数字を用いて、2000 年から 2012 年までの累積ガス発生量を算出した。結果を嫌気性埋立（ベースライン）と準好気性埋立転換時のガス発生量として図 6-5 に示す。埋立構造転換がもたらす削減量は棒グラフの差として表れ、約 30 %が削減されている。図からは北京市、上海市、天津市のガス発生量が非常に多く、同時に削減量も大きいことがわかる。また、ガス発生量が比較的多く、しかも大きな削減効果が期待できる都市は沿岸部以外にも中部および西部にも存在していることもわかる。これらの都市は本プロジェクトの対象地域として最も有望であると考えられる。しかし、上海市は海面埋立方式がほとんどであり、本プロジェクトの適用は難しい。したがって、温室効果ガス削減のためには埋立構造の転換よりも廃棄物の焼却等の処理方法の検討が必要と考えられる。

表 6-9 中国全都市の潜在的ガス発生量の計算表

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
人口増加率	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.07	2.07	2.07
人口	40000000	411400000	423124900	435183960	447586703	458328783	469328674	480592562	492126784	503937827	514389340	525016785	535884632
ゴミ原単位	1.11	1.18	1.25	1.32	1.4	1.48	1.58	1.68	1.79	1.91	2.03	2.16	2.31
ゴミ乾分量	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
厨芥の割合	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
有機性炭素含有量	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
嫌気CH4発生割合	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
好気CH4発生割合	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
CH4	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
C	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
年間/日	0.385	0.385	0.385	0.385	0.385	0.365	0.365	0.365	0.365	0.365	0.365	0.365	0.365
X	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	156
ガス化率	---	9.1	18.22	27.34	44.55	47.52	49.94	51.99	53.77	55.33	56.73	58.00	59.16
CO2	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
嫌気CO2発生割合	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
好気CO2発生割合	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

嫌気性CH4

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
2001		2786277	3042356	3304291	6802886	1269134	1133591	1049557	986274	950555	922430	906255	903116
ガス化率		9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	1.57	1.40	1.27	1.16
2002			3035684	3304291	3604430	7364221	1387403	1234266	1138570	1077651	1031189	1001819	989252
ガス化率			9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	1.57	1.40	1.27
2003				3297044	3604430	3901847	8050487	1510619	1346642	1244056	1189065	1119938	1093567
ガス化率				9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	1.57	1.40
2004					3596526	3901847	4265457	8765452	1648157	1471406	1349587	1269681	1222504
ガス化率					9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	1.57
2005						3993291	4265457	4644273	9563525	1800856	1696222	1465739	1385961
ガス化率						9.1	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	1.57
2006							4256103	4644273	5067123	10449567	1953618	1733601	1599974
ガス化率							9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05
2007								4634088	5067123	5536582	11335991	2121756	1892368
ガス化率								9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42
2008									5056011	5536582	6006238	12311612	2316071
ガス化率									9.1	9.12	9.12	17.21	2.97
2009										5524441	6006238	6523165	13439133
ガス化率										9.1	9.12	9.12	17.21
2010											5993067	6523165	7120569
ガス化率											9.1	9.12	9.12
2011												6508860	7120569
ガス化率												9.1	9.12
2012													7104954
ガス化率													9.1
総量	0	2786277	6078040	9905826	17608273	20330341	23358500	26476528	29873427	33591697	37363634	41485591	46188039
													295045973

嫌気性CO2

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
2001		3250656	3549415	3855006	7938700	1480656	1322523	1217483	1150653	1106991	1076168	1057298	1053635
ガス化率		9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	1.57	1.40	1.27	1.16
2002			3541632	3855006	4205169	8591591	1619697	1439976	1328332	1257259	1203053	1168788	1154127
ガス化率			9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	1.57	1.40	1.27
2003				3846552	4205169	4552155	9382235	1762389	1571083	1451399	1363909	1306594	1275828
ガス化率				9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	1.57	1.40
2004					4195947	4552155	4976367	10226360	1922850	1710641	1574518	1481294	1426255
ガス化率					9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	1.57
2005						4542173	4976367	5418319	1157446	2100998	1862259	1710029	1616954
ガス化率						9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78
2006							4965454	5418319	5911644	12191162	2279221	2022595	1866637
ガス化率							9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05
2007								5406437	5911644	6458346	13225311	2475382	2207762
ガス化率								9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42
2008									5898680	6458346	7007278	14383547	2702083
ガス化率									9.1	9.12	9.12	17.21	2.97
2009										6445181	7007278	7610359	15678989
ガス化率										9.1	9.12	9.12	17.21
2010											6991911	7610359	8307331
ガス化率											9.1	9.12	9.12
2011												7593670	8307331
ガス化率												9.1	9.12
2012													8289113
ガス化率													9.1
総量	0	3250656	7091047	11556564	20542985	23718731	27251583	30889283	34852331	39190313	43590907	48398857	53886045
													344220302

表 6-10 中国全都市の潜在的ガス発生量(ベースライン)と埋立構造の転換に伴うガス発生量

(単位:トン/年)

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	累積値
潜在的CH4発生量	0	2786277	6078040	9905626	17608273	20330341	23358500	26476528	29873427	33591697	37363634	41485591	46188039	295045973
(CO2換算量)	0	58511817	127638845	208018144	369773732	426937158	490528499	556007086	627341966	705425629	784636319	871197421	969948812	6195965429
潜在的CO2発生量	0	3250656	7091047	1156564	20542985	23718731	27251583	30889283	34852331	39190313	43590907	48399857	53886045	344220302
転換時CH4発生量	0	2825193	6002410	9452032	16197466	17712119	19270454	20629343	21879235	23079238	23975959	24694510	25402802	211120780
(CO2換算量)	0	59329054	126050806	198492663	340146793	371954490	404679537	433216197	459463936	484663992	503495147	518584705	533458840	4433535961
転換時CO2発生量	0	482332	11603351	18742264	30431508	36979992	44407907	52502819	62019335	72600284	83892736	97035498	112024278	627063304
CH4削減量	0	-38916	75630	453594	1410807	2618222	4088046	5847185	7994192	10512459	13387675	16791082	20785237	83925213
CH4正味削減量(CO2換算量)	0	-2389913	-2924065	2339782	19738416	41721406	68692639	101177352	140711026	187351666	240839343	303977075	378351738	1479586466

表 6-11 埋立構造の転換に伴う中国全都市の潜在的ガス発生量の変化

(単位:トン/年)

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	累積値
嫌気構造存在割合	1	0.92	0.83	0.75	0.67	0.58	0.5	0.42	0.33	0.25	0.17	0.08	0	---
CH4発生量	0	2563375	5318585	8255292	14363328	15078639	15692188	15952462	15843714	15490672	14651713	13287241	11594066	148091275
CO2発生量	0	2990604	6205016	9631174	16757216	17591745	18307552	18611205	18484333	18072451	17093665	15501781	13526411	172773154
準好気性構造存在割合	0	0.08	0.17	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75	0.83	0.92	1	---
CH4発生量	0	261818	683824	1196739	1834139	2633480	3578287	4676881	6035521	7588566	9324246	11407269	13808735	63029485
CO2発生量	0	1832728	5398335	9111090	13674292	19388247	26100354	33891614	43535001	54527634	66799070	81533717	98497868	454290150

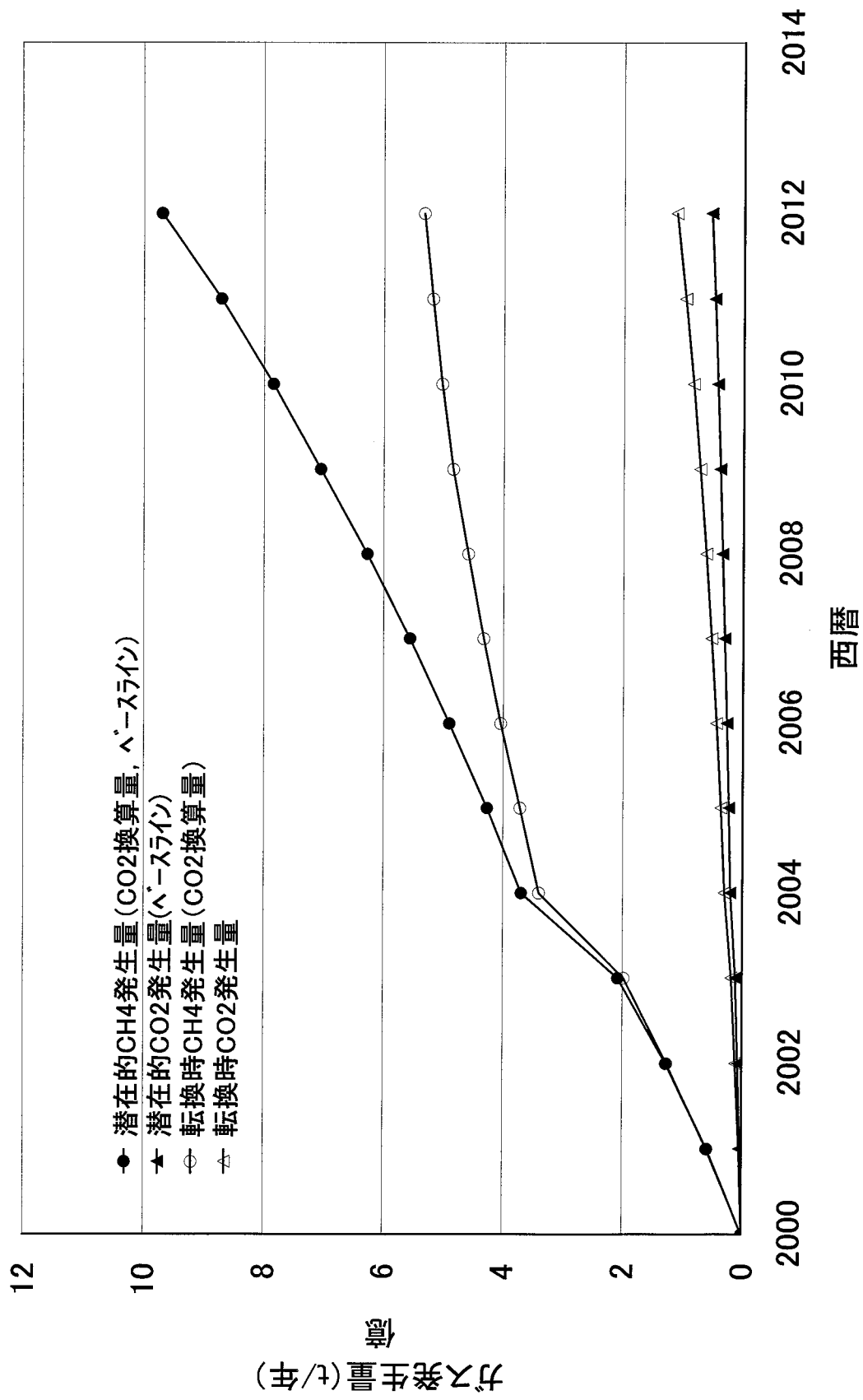


図 6-4 中国全都市の潜在的ガス発生量と埋立構造転換に伴うガス発生量の推移

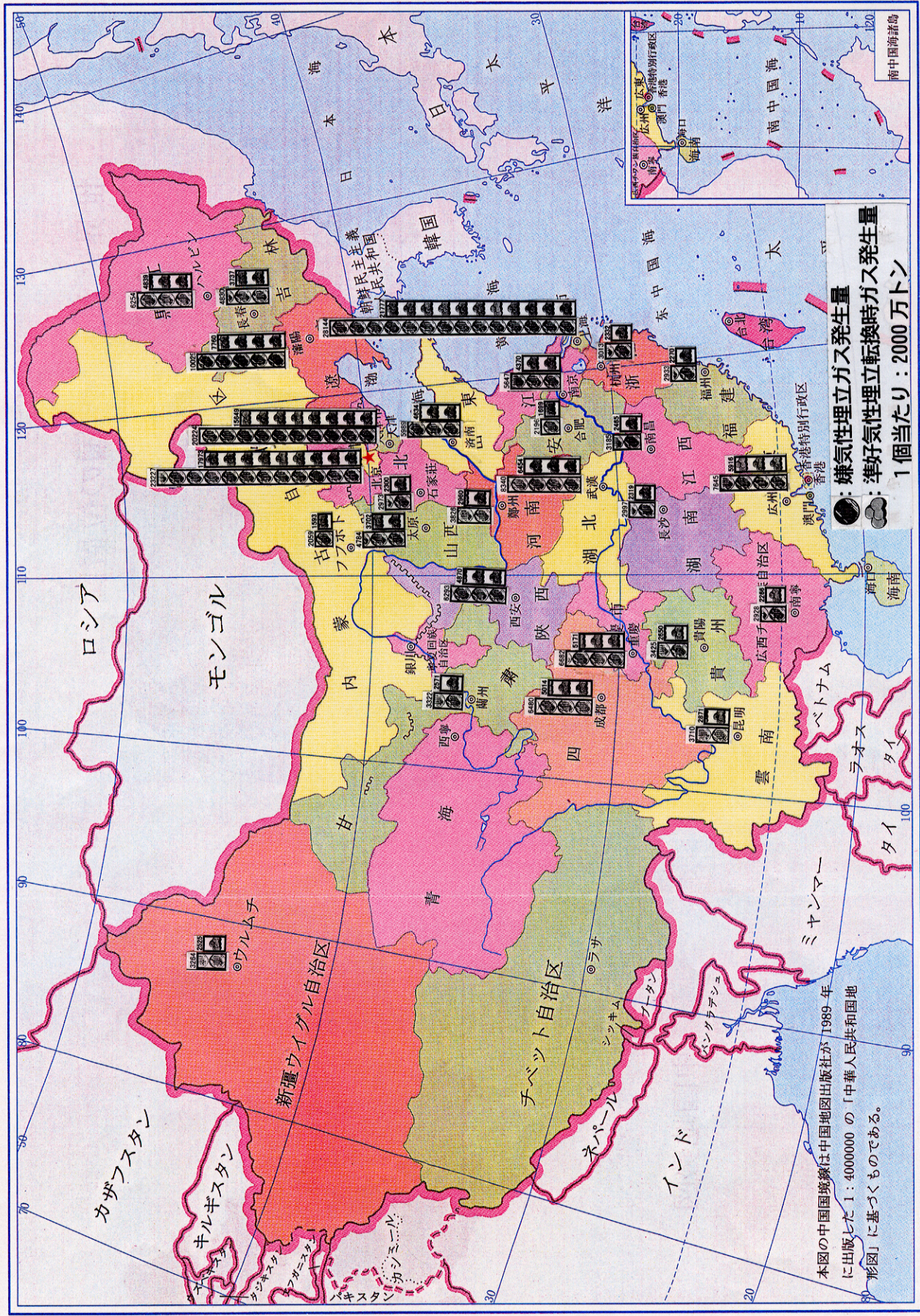


図 6-5 中国大都市の潜在的ガス排出削減量



## (b) 5ha 準好気性埋立地のガス排出削減量

本プロジェクトの普及を目的とした準好気性埋立実証試験は、埋立面積 5ha で行う。5ha の埋立地の容積は、埋立の高さが 15m で法面の勾配 1/2.5 と仮定すると約 53 万  $\text{m}^3$  となる。そして、この埋立地へのごみの搬入量は 31 万トンまでとする。31 万トンの算出の際の条件としては、覆土が全容積の 30 % を占め、搬入ごみの密度を 0.85  $\text{トン}/\text{m}^3$  と仮定する。100 万人都市ならば 1 日に 1200 トンを越えるごみが搬入されるため、この規模では 1 年以内に満杯になる。したがって、ガス発生量の計算は 31 万トンのごみが 1 年で搬入が終わり、それ以降はごみの搬入はなく、ガスの発生のみが続くと仮定する。

この場合、5ha の埋立地が嫌気性埋立方式としてガス発生量を計算した場合がベースラインであり、このベースラインから 5ha の埋立地が準好気性埋立方式に転換したとして計算されたガス発生量を差し引いたものがガス削減量となる。

5ha 埋立地のガス発生量については、表 6-12 の計算表に示した要領で、2001 年から 2012 年までの各年のメタンおよび二酸化炭素の発生量を計算した。結果を表 6-13 に示す。表中には 5ha 埋立地を嫌気性埋立構造のまま供用した場合と、準好気性埋立構造に転換して供用した場合の予測結果を示している。この時、前者がベースラインであり、表 6-13 中の最上段にその数値が示されている。2012 年までのベースラインとしてのメタン累積発生量 (15.1 万トン) と、準好気性埋立の場合の 2012 年までのメタン累積発生量 (5.8 万トン) とからメタン排出削減量を求めると、9.3 万トンが求められる。これから二酸化炭素の増加分 (23.7 万トン) を差し引くと、正味のメタン削減量として 8.1 万トン (二酸化炭素換算量 171 万トン) が得られる。表 6-13 を図示したものが図 6-6 である。この図からも中国全都市の潜在的ガス発生量予測と同様な傾向が読み取れる。

表 6-12 5ha 埋立地のガス発生量の計算表

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
人口増加率	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.07	2.07	2.07
人口	1000000	1028500	1057812	1087960	1118967	1145822	1173322	1201481	1230317	1259845	1285923	1312542	1339712
ゴミ原単位	1.11	1.18	1.25	1.32	1.4	1.48	1.58	1.68	1.79	1.91	2.03	2.16	2.31
ゴミ乾分量	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
断片の割合	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
有機性炭素含有量	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
嫌気性ガス発生割合	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
好気性ガス発生割合	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
CH4	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
C	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
嫌気CO2発生割合	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
好気CO2発生割合	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
CO2	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
年間/日	0.365	0.365	0.365	0.365	0.365	0.365	0.365	0.365	0.365	0.365	0.365	0.365	0.365
X	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	156
嫌気性ガス発生率	---	9.1	18.22	27.34	44.55	47.52	49.94	51.99	53.77	55.33	56.73	58.00	59.16
準好気性ガス発生率	---	32.07	40.80	45.90	49.53	52.34	54.63	56.57	58.26	59.74	61.07	62.27	63.36
ゴミ投入量	---	310000	310000	310000	310000	310000	310000	310000	310000	310000	310000	310000	310000

嫌気性CH4

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
地点A		4875	4885	4885	9221	1589	1298	1098	951	839	750	679	620
ガス化率		9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	1.57	1.40	1.27	1.16
地点B				4885	4885	4885	9221	1589	1298	1098	951	839	750
ガス化率				9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	1.57	1.40
地点C					4875	4885	4885	9221	1589	1298	1098	951	
ガス化率					9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	
地点D								4875	4885	4885	9221	1589	1298
ガス化率								9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42
地点E										4875	4885	4885	9221
ガス化率										9.1	9.12	9.12	17.21
地点F												4875	4885
ガス化率												9.1	9.12
総量	0	4875	4885	9780	14108	11349	15404	12447	16355	13286	17105	13964	17725

嫌気性CO2

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
地点A		5687	5700	5700	10757	1854	1515	1281	1109	979	875	792	723
ガス化率		9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	1.57	1.40	1.27	1.16
地点B				5687	4885	4885	9221	1589	1298	1098	951	839	750
ガス化率				9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	1.57	1.40
地点C					5687	5700	5700	10757	1854	1515	1281	1109	
ガス化率					9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	
地点D								5687	5700	5700	10757	1854	1515
ガス化率								9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42
地点E										5687	5700	5700	10757
ガス化率										9.1	9.12	9.12	17.21
地点F												5687	5700
ガス化率												9.1	9.12
総量	0	5687	5700	11387	15643	12426	16435	14257	18865	15317	19798	16152	20554

準好気性CH4

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
地点A		5726	1559	912	647	502	410	347	300	265	237	214	196
ガス化率		32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30	1.94	1.68	1.48	1.33	1.20	1.10
地点B				5726	1559	912	647	502	410	347	300	265	237
ガス化率				32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30	1.94	1.68	1.48	1.33
地点C					5726	1559	912	647	502	410	347	300	
ガス化率					32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30	1.94	1.68	
地点D								5726	1559	912	647	502	410
ガス化率								32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30
地点E										5726	1559	912	647
ガス化率										32.07	8.73	5.11	3.62
地点F												5726	1559
ガス化率												32.07	8.73
総量	0	5726	1559	6638	2206	7139	2616	7486	2916	7751	3153	7965	3349

準好気性CO2

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
地点Aメタンガス発生量		40080	10912	6383	4529	3513	2870	2427	2102	1854	1659	1500	1370
ガス化率		32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30	1.94	1.68	1.48	1.33	1.20	1.10
地点B				40080	10912	6383	4529	3513	2870	2427	2102	1854	1659
ガス化率				32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30	1.94	1.68	1.48	1.33
地点C					40080	10912	6383	4529	3513	2870	2427	2102	1854
ガス化率					32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30	1.94	1.68	1.48
地点D								40080	10912	6383	4529	3513	2870
ガス化率								32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30
地点E										40080	10912	6383	4529
ガス化率										32.07	8.73	5.11	3.62
地点F												40080	10912
ガス化率												32.07	8.73
総量	0	40080	10912	46463	15440	49976	18311	52403	20413	54257	22071	55757	23441

表 6-13 5ha 埋立地の埋立構造別のガス発生量

(単位：トン/年)

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	累積値
嫌気性構造CH4発生量(ハースライク)	0	4875	4885	9760	14106	11349	15404	12447	16355	13286	17105	13964	17725	151262
(CO2換算量)	0	102368	102593	204962	296225	238332	323490	261384	343459	278998	359215	293251	372228	3176507
嫌気性構造CO2発生量(ハースライク)	0	5687	5700	11387	15643	12426	16435	14257	18865	15317	19798	16152	20554	172220
準好気性構造CH4発生量	0	5726	1559	6638	2206	7139	2616	7486	2916	7751	3153	7965	3349	58503
(CO2換算量)	0	120241	32735	139389	46321	149928	54932	157208	61238	162770	66214	167271	70323	1228569
準好気性構造CO2発生量	0	40080	10912	46463	15440	49976	18311	52403	20413	54257	22071	55757	23441	409523
CH4削減量	0	-851	3327	3122	11900	4210	12789	4961	13439	5535	13952	5999	14376	92759
CH4正味削減量(CO2換算量)	0	-52265	64847	30496	250106	50855	266683	66031	280674	77288	290729	86375	299018	1710635

注) 奇数年に5ha埋立地を建設した時の、数値を表示している。本プロジェクトでは、5ha埋立地を一度に10箇所建設するため、10倍にして評価する。

# 5ha

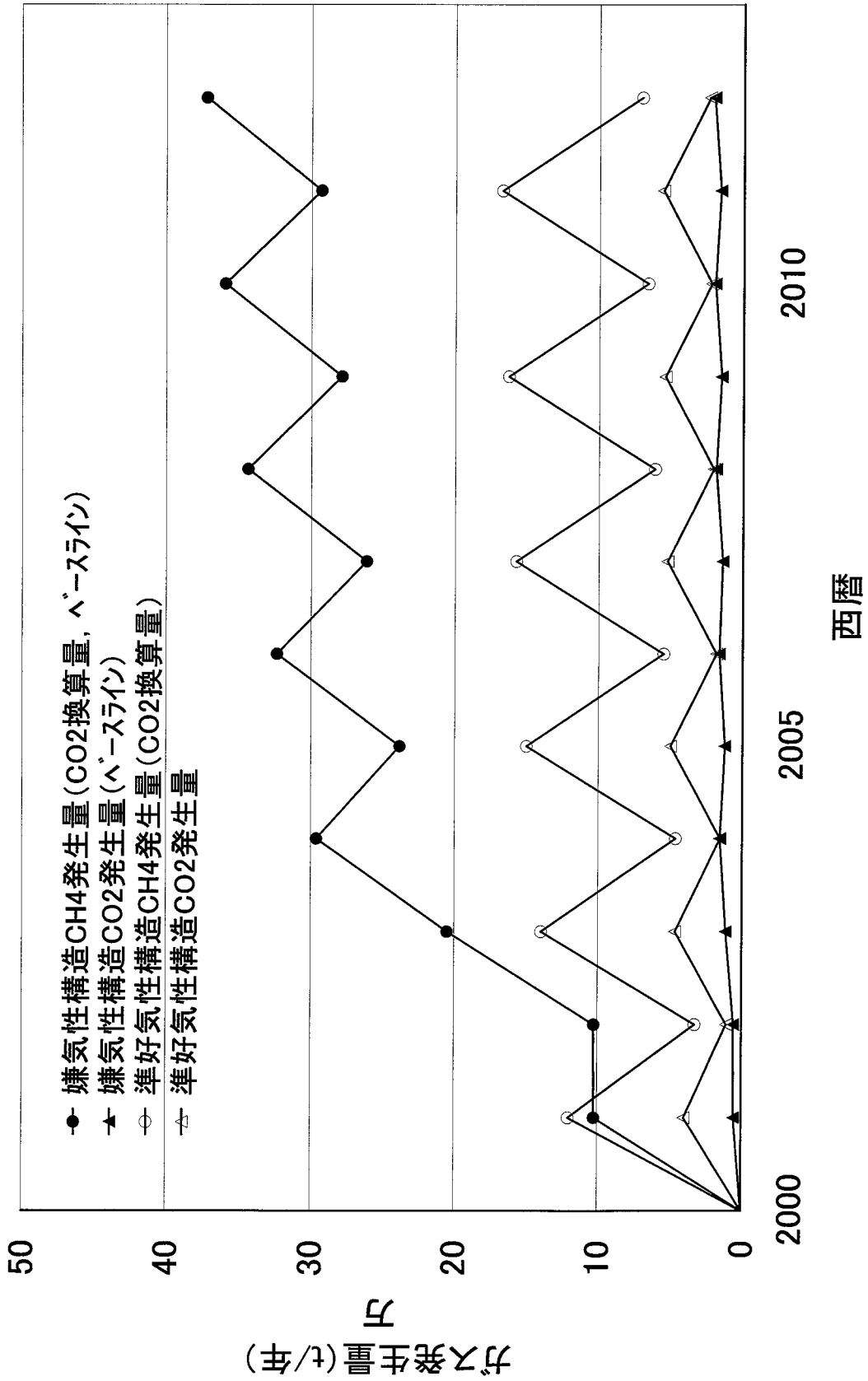


図 6-6 5ha 埋立地の埋立構造別のガス発生量の推移

### (c) 20ha 準好気性埋立地のガス排出削減量

本プロジェクトの成果が期待される大型準好気性埋立地建設では、埋立面積 20ha の埋立地を想定した。この規模の埋立地に対しても 5ha の場合と同様な埋立構造および埋立条件を仮定して、その時の容積およびごみ搬入量を計算すると、それぞれ 250 万 m<sup>3</sup> および 150 万トンとなる。20ha の埋立地を人口 100 万人の地域を対象として建設したならば、埋立地の供用期間は当初 2 年 10 ヶ月と計算されるが、その後は人口の増加と一人当たりのごみ排出量の上昇により埋立地の供用期間は次第に短縮されていき、2005 年には 2 年 3 ヶ月、2010 年には 1 年 6 ヶ月にまで短縮される。したがって、大型準好気性埋立地建設を実行した場合の埋立構造転換に伴うメタンガス削減量の計算には、人口の増加、ごみ原単位の上昇、供用期間の短縮を考慮しなくてはならない。

以上の条件を基に 20ha の埋立地を毎年 1 箇所ずつ建設した場合の、2002 年から 2012 年までのメタン削減量を試算してみた。この場合、20ha の埋立地が嫌気性埋立方式としてガス発生量を計算した場合がベースラインであり、このベースラインから 20ha の埋立地が準好気性埋立方式に転換したとして計算されたガス発生量を差し引いたものがガス削減量となる。

20ha 埋立地のガス発生量を求めた時の計算表および計算結果は、それぞれ表 6-14 および表 6-15 に示すとおりである。表 6-15 は毎年 1 箇所ずつ 11 年間建設された埋立地からの発生量を合計したものであり、その内訳は表 6-16 に示している。この場合のベースラインは表 6-15 中の最上段の枠に収められた数値であり、2012 年の値は 15.6 万トン/年、2012 年までの累積値は 116 万トンである。排出削減量はこの表から求めることができ、メタンの 2012 年までの累積削減量は 68.4 万トンと計算される。一方、二酸化炭素は 135 万トンと 333 万トンとから 198 万トンの増加量が計算され、この増加分をメタン削減量から差し引いてみると、正味のメタン削減量は 59 万トン（二酸化炭素換算量 1,240 万トン）となる。表 6-15 を図示した図 6-7 には、埋立構造の転換による二酸化炭素発生量の若干の増加とメタン発生量の減少がはっきりと現れている。

表 6-14 20ha 埋立地のガス発生量の計算表

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
人口増加率	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.07	2.07	2.07
人口	1000000	1028500	1057812	1087960	1118967	1145822	1173322	1201481	1230317	1259845	1285923	1312542	1339712
ゴミ原単位	1.11	1.18	1.25	1.32	1.4	1.48	1.58	1.68	1.79	1.91	2.03	2.16	2.31
ゴミ乾分量	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
厨芥の割合	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
有機性炭素含有量	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
メタンガス発生割合	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
CH4	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
C	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
年間/日	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CO2	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
CO2発生割合	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
ゴミ総量	405150	442975	482672	524179	571792	618973	676655	738748	803828	878301	952805	1034806	1129578
X	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	156
人口	1000000	1028500	1057812	1087960	1118967	1145822	1173322	1201481	1230317	1259845	1285923	1312542	1339712
ガス化率	---	9.1	18.22	27.34	44.55	47.52	49.94	51.99	53.77	55.33	56.73	58.00	59.16

嫌気性CH4

地点A

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ゴミ投入量(t/年)			482672										
2002年CH4発生量			7589	7606	7606	14355	2474	2021	1709	1480	1306	1168	1057
ガス化率			9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	1.57	1.40	1.27
ゴミ投入量(t/年)			524179										
2003年CH4発生量			8243	8261	8261	15591	2687	2195	1856	1608	1418	1269	
ガス化率			9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	1.57	1.40	
ゴミ投入量(t/年)			493194										
2004年CH4発生量				7755	7772	7772	14669	2528	2066	1746	1513	1334	
ガス化率				9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	1.57	累積値
総量	0	0	7589	15849	23622	30388	25837	19378	6432	5402	4660	4099	3660

嫌気性CO2

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ゴミ投入量(t/年)			482672										
2002年CO2発生量			8854	8874	8874	16748	2886	2358	1994	1727	1523	1363	1233
ガス化率			9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	1.57	1.40	1.27
ゴミ投入量(t/年)			524179										
2003年CO2発生量			9616	9638	9638	18190	3135	2561	2166	1876	1655	1480	
ガス化率			9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	1.57	1.40	
ゴミ投入量(t/年)			493194										
2004年CO2発生量				9048	9068	9068	17114	2949	2410	2038	1765	1557	
ガス化率				9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	1.57	累積値
総量	0	0	8854	18490	27559	35453	30144	22607	7505	6303	5437	4782	4270

嫌気性CH4

地点B

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ゴミ投入量(t/年)				524179									
2003年CH4発生量				8243	8261	8261	15591	2687	2195	1856	1608	1418	1269
ガス化率				9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	1.57	1.40
ゴミ投入量(t/年)				571792									
2004年CH4発生量				8991	9011	9011	17007	2931	2395	2025	1754	1547	
ガス化率				9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	1.57	
ゴミ投入量(t/年)				404029									
2005年CH4発生量				6353	6367	6367	12017	2071	1692	1431	1239		
ガス化率				9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	1.57	累積値
総量	0	0	0	8243	17252	23625	30969	28061	17144	6322	5325	4603	4055

嫌気性CO2

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ゴミ投入量(t/年)				524179									
2003年CO2発生量				9616	9638	9638	18190	3135	2561	2166	1876	1655	1480
ガス化率				9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	1.57	1.40
ゴミ投入量(t/年)				571792									
2004年CO2発生量				10490	10513	10513	19842	3419	2794	2362	2046	1805	
ガス化率				9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	1.57	
ゴミ投入量(t/年)				404029									
2005年CO2発生量				7412	7428	7428	14020	2416	1974	1669	1446		
ガス化率				9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	1.57	累積値
総量	0	0	0	9616	20127	27583	36131	30405	20001	7376	6212	5370	4731

嫌気性CH4

地点C

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ゴミ投入量(t/年)					571792								
2004年CH4発生量					8991	9011	9011	17007	2931	2395	2025	1754	1547
ガス化率					9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	1.57
ゴミ投入量(t/年)					618973								
2005年CH4発生量					9733	9755	9755	18411	3173	2592	2192	1899	
ガス化率					9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	
ゴミ投入量(t/年)					309235								
2006年CH4発生量					4863	4873	4873	9198	1585	1295	1095		
ガス化率					9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	累積値
総量	0	0	0	0	8991	18744	23628	31635	26215	14765	6202	5241	4541

嫌気性CO2

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ゴミ投入量(t/年)					571792								
2004年CO2発生量					10490	10513	10513	19842	3419	2794	2362	1805	1615
ガス化率					9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.57	1.40
ゴミ投入量(t/年)					618973								
2005年CO2発生量					11355	11380	11380	21479	3702	3024	2557	2215	
ガス化率					9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	
ゴミ投入量(t/年)					309235								
2006年CO2発生量					5673	5686	5686	10731	1849	1511	1278		
ガス化率					9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78	累積値
総量	0	0	0	0	10490	21868	27566	36908	30584	17226	7236	5873	5107

嫌気性CH4

地点D

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ゴミ投入量(t/年)						618973							
2005年CH4発生量						9733	9755	9755	18411	3173	2592	2192	1899
ガス化率						9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	1.78
ゴミ投入量(t/年)						676655							
2006年CH4発生量						10640	10664	10664	20126	3469	2834	2396	
ガス化率						9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05	
ゴミ投入量(t/年)						204372							
2007年CH4発生量						3214	3221	3221	6079	1048			

表 6-14 20ha 埋立地のガス発生量の計算表(つづき)

嫌気性CH4		地点E												
西暦		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
西暦	2000							676655						
ゴミ投入量(t/年)														
2006年CH4発生量								16940	40684	10694	20126	3449	2834	2390
ガス化率								9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05
ゴミ投入量(t/年)									736748					
2007年CH4発生量									13285	11611	11811	21814	3777	3028
ガス化率									9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42
ゴミ投入量(t/年)										86597				
2008年CH4発生量										1385	1585	2678	444	383
ガス化率										9.12	9.12	17.21	2.97	2.42
総量		0	0	0	0	0	0	10640	22249	23839	33102	27951	7054	5844

嫌気性CO2		地点E												
西暦		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
西暦	2000							676655						
ゴミ投入量(t/年)														
2006年CO2発生量								22414	12441	12441	23481	4047	3308	2795
ガス化率								9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42	2.05
ゴミ投入量(t/年)									736748					
2007年CO2発生量									13518	11548	11548	21548	4408	3600
ガス化率									9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42
ゴミ投入量(t/年)										86597				
2008年CO2発生量										1592	1592	3028	518	423
ガス化率										9.12	9.12	17.21	2.97	2.42
総量		0	0	0	0	0	0	12414	25957	27579	38619	32617	8230	6815

嫌気性CH4		地点F												
西暦		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
西暦	2000													
ゴミ投入量(t/年)														
2007年CH4発生量									736748					
ガス化率									9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42
ゴミ投入量(t/年)										763252				
2008年CH4発生量										12002	12028	12028	22702	3912
ガス化率										9.1	9.12	9.12	17.21	2.97
総量		0	0	0	0	0	0	0	11585	23613	23539	33942	28478	8395

嫌気性CO2		地点F												
西暦		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
西暦	2000													
ゴミ投入量(t/年)														
2007年CO2発生量									736748					
ガス化率									9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	2.42
ゴミ投入量(t/年)										763252				
2008年CO2発生量										14033	14033	28489	4564	3721
ガス化率										9.12	9.12	17.21	2.97	2.42
総量		0	0	0	0	0	0	0	13516	27548	27579	39559	30892	8164

嫌気性CH4		地点G												
西暦		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
西暦	2000													
ゴミ投入量(t/年)														
2008年CH4発生量									803828					
ガス化率									9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	
ゴミ投入量(t/年)										696172				
2009年CH4発生量										10847	10971	10971	20707	
ガス化率										9.1	9.12	9.12	17.21	
総量		0	0	0	0	0	0	0	12640	23815	23539	34880	24827	11950

嫌気性CO2		地点G												
西暦		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
西暦	2000													
ゴミ投入量(t/年)														
2008年CO2発生量									803828					
ガス化率									9.1	9.12	9.12	17.21	2.97	
ゴミ投入量(t/年)										696172				
2009年CO2発生量										12772	12600	12600	24158	
ガス化率										9.12	9.12	17.21	2.97	
総量		0	0	0	0	0	0	0	14747	27551	27579	40683	22965	13955

嫌気性CH4		地点H												
西暦		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
西暦	2000													
ゴミ投入量(t/年)														
2008年CH4発生量										876301				
ガス化率										9.1	9.12	9.12	17.21	
ゴミ投入量(t/年)											621699			
2010年CH4発生量											9778	9798	9798	
ガス化率											9.1	9.12	9.12	
総量		0	0	0	0	0	0	0	0	13811	23818	23839	35923	9689

嫌気性CO2		地点H												
西暦		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
西暦	2000													
ゴミ投入量(t/年)														
2008年CO2発生量										876301				
ガス化率										9.1	9.12	9.12	17.21	
ゴミ投入量(t/年)											621699			
2010年CO2発生量											11405	11405	11405	
ガス化率											9.1	9.12	9.12	
総量		0	0	0	0	0	0	0	0	16113	27554	27579	41905	11315

嫌気性CH4		地点I												
西暦		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
西暦	2000													
ゴミ投入量(t/年)														
2010年CH4発生量											952605			
ガス化率											9.1	9.12	9.12	
ゴミ投入量(t/年)												547195		
2011年CH4発生量												8605	8623	
ガス化率												9.1	9.12	
総量		0	0	0	0	0	0	0	0	0	14983	23820	23839	62243

嫌気性CO2		地点I												
西暦		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
西暦	2000													
ゴミ投入量(t/年)														
2010年CO2発生量											952605			
ガス化率											9.1	9.12	9.12	
ゴミ投入量(t/年)												547195		
2011年CO2発生量												10039	10061	
ガス化率												9.1	9.12	
総量		0	0	0	0	0	0	0	0	0	17480	27577	27579	72615

嫌気性CH4		地点J												
西暦		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
西暦	2000													
ゴミ投入量(t/年)														
2010年CH4発生量												1034808		
ガス化率												9.1	9.12	
ゴミ投入量(t/年)													451192	
2012年CH4発生量														7315
ガス化率													9.1	9.12
総量		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16272	23823	33895

嫌気性CO2		地点J												
西暦		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
西暦	2000													
ゴミ投入量(t/年)														
2010年CO2発生量												17480	17518	17518
ガス化率												9.1	9.12	9.12
ゴミ投入量(t/年)													451192	
2012年CO2発生量													10039	10061
ガス化率													9.1	9.12
総量		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17480	27577	27579

嫌気性CH4		地点K												
西暦		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
西暦	2000													
ゴミ投入量(t/年)														

表 6-14 20ha 埋立地のガス発生量の計算表(つづき)

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
人口増加率	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.07	2.07	2.07
人口	1000000	1028500	1057812	1087960	1118967	1145822	1173322	1201481	1230317	1259845	1289523	1312542	1339712
ゴミ原単位	1.11	1.18	1.25	1.32	1.4	1.48	1.58	1.68	1.79	1.91	2.03	2.16	2.31
ゴミ乾分率	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
腐芥の割合	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
有機性炭素含有量	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
メタンガス発生割合	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
CH4	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
C	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
年間ノ日	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CO2	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
CO2発生割合	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ゴミ総量	405150	442975	482627	524179	571792	618973	676655	736748	803828	878301	952805	1034808	1129578
X	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	156
ガス化率	---	32.07	40.80	45.90	49.53	52.34	54.63	56.57	58.26	59.74	61.07	62.27	63.36

準好気CH4

地点A

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ゴミ投入量(t/年)			482627										
2002年CH4発生量			8914	2427	1420	1007	781	638	540	468	412	369	334
ガス化率			32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30	1.94	1.68	1.48	1.33	1.20
ゴミ投入量(t/年)				524179									
2003年CH4発生量				9682	2636	1542	1094	849	693	586	508	448	401
ガス化率				32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30	1.94	1.68	1.48	1.33
ゴミ投入量(t/年)					493194								
2004年CH4発生量					9109	2480	1451	1029	798	652	552	478	421
ガス化率					32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30	1.94	1.68	1.48
総量	0	0	8914	12109	13165	1029	3328	2516	2031	1706	1472	1295	1156

準好気CO2

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ゴミ投入量(t/年)			482627										
2002年CO2発生量			62399	16988	9937	7051	5469	4468	3778	3273	2887	2582	2336
ガス化率			32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30	1.94	1.68	1.48	1.33	1.20
ゴミ投入量(t/年)				524179									
2003年CO2発生量				67772	18450	10793	7658	5940	4853	4103	3554	3135	2805
ガス化率				32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30	1.94	1.68	1.48	1.33
ゴミ投入量(t/年)					493194								
2004年CO2発生量					63766	17360	10155	7205	5589	4566	3861	3344	2950
ガス化率					32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30	1.94	1.68	1.48
総量	0	0	62399	84760	92153	35203	23281	17613	14220	11942	10302	9062	8090

準好気CH4

地点B

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ゴミ投入量(t/年)				524179									
2003年CH4発生量				9682	2636	1542	1094	849	693	586	508	448	401
ガス化率				32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30	1.94	1.68	1.48	1.33
ゴミ投入量(t/年)					571792								
2004年CH4発生量					10561	2875	1682	1193	926	756	639	554	489
ガス化率					32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30	1.94	1.68	1.48
ゴミ投入量(t/年)						404029							
2005年CH4発生量						7462	2032	1188	843	654	534	452	391
ガス化率						32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30	1.94	1.68
総量	0	0	0	9682	13197	11880	4807	3230	2462	1996	1682	1454	1281

準好気CO2

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ゴミ投入量(t/年)				524179									
2003年CO2発生量				67772	18450	10793	7658	5940	4853	4103	3554	3135	2805
ガス化率				32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30	1.94	1.68	1.48	1.33
ゴミ投入量(t/年)					571792								
2004年CO2発生量					73928	20126	11773	8353	6479	5294	4476	3877	3420
ガス化率					32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30	1.94	1.68	1.48
ゴミ投入量(t/年)						404029							
2005年CO2発生量						52237	14221	8319	5902	4578	3741	3163	2740
ガス化率						32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30	1.94	1.68
総量	0	0	0	67772	92378	83157	33652	22612	17235	13975	11771	10175	8964

準好気CH4

地点C

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ゴミ投入量(t/年)					571792								
2004年CH4発生量					10561	2875	1682	1193	926	756	639	554	489
ガス化率					32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30	1.94	1.68	1.48
ゴミ投入量(t/年)						618973							
2005年CH4発生量						11433	3112	1821	1292	1002	819	692	600
ガス化率						32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30	1.94	1.68
ゴミ投入量(t/年)							309235						
2006年CH4発生量							5712	1555	910	645	501	409	346
ガス化率							32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30	1.94
総量	0	0	0	0	10561	14308	10506	4569	3127	2404	1959	1655	1434

準好気CO2

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ゴミ投入量(t/年)					571792								
2004年CO2発生量					73928	20126	11773	8353	6479	5294	4476	3877	3420
ガス化率					32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30	1.94	1.68	1.48
ゴミ投入量(t/年)						618973							
2005年CO2発生量						80628	21787	12745	9042	7014	5731	4845	4197
ガス化率						32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30	1.94	1.68
ゴミ投入量(t/年)							309235						
2006年CO2発生量							39981	10885	6367	4518	3504	2863	2421
ガス化率							32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30	1.94
総量	0	0	0	0	73928	100154	73542	31983	21889	16825	13711	11586	10038

準好気CH4

地点D

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ゴミ投入量(t/年)						618973							
2005年CH4発生量						11433	3112	1821	1292	1002	819	692	600
ガス化率						32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30	1.94	1.68
ゴミ投入量(t/年)							676655						
2006年CH4発生量							12498	3402	1990	1412	1095	895	757
ガス化率							32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30	1.94
ゴミ投入量(t/年)								204372					
2007年CH4発生量								3775	1028	601	427	331	270
ガス化率								32.07	8.73	5.11	3.62	2.81	2.30
総量	0	0	0	0	0	11433	15610	8998	4310	3015</			





表 6-15 20ha 埋立地の埋立構造別のガス発生量

(単位:トン/年)

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	累積値
嫌気性構造CH <sub>4</sub> 発生量(ベースライン)	0	0	7589	24091	49865	82491	111470	134540	141978	147176	152466	151961	156022	1159850
(CO <sub>2</sub> 換算量)	0	0	159373	505913	1047172	1732308	2340874	2825347	2981533	3090700	3201787	3191174	3276459	24352642
嫌気性構造CO <sub>2</sub> 発生量(ベースライン)	0	0	8854	28106	58176	96239	130049	156964	165641	171706	177877	177046	181835	1352493
準好気性構造CH <sub>4</sub> 発生量	0	0	8914	21790	36923	42649	46748	49932	51874	52264	53486	54821	56207	475806
(CO <sub>2</sub> 換算量)	0	0	187198	457594	775378	895625	981700	1048562	1089346	1097542	1123198	1151240	1180353	9987736
準好気性構造CO <sub>2</sub> 発生量	0	0	62399	152531	258459	298542	327233	349521	363115	365847	374399	383747	393451	3329245
CH <sub>4</sub> 削減量	0	0	-1325	2301	12943	39842	64723	84609	90104	94912	98980	97140	99815	694043
CH <sub>4</sub> 正味削減量(CO <sub>2</sub> 換算量)	0	0	-81370	-76106	71512	634380	1161990	1584227	1694713	1799016	1882066	1833234	1884491	12388154

注) 2002年から毎年20ha埋立場を建設したときの数値を示している。本プロジェクトでは、20ha埋立場を一度に2箇所建設するため2倍して評価する。

表 6-16 20ha 埋立地の埋立構造別のガス発生量の内訳

(単位:トン/年)

嫌気性構造CH4発生量(ベースライン)

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	累積値
地点A	0	0	7589	15849	23622	30388	25837	19378	6432	5402	4660	4099	3660	146917
地点B	0	0	0	8243	17252	23625	30969	26061	17144	6322	5325	4603	4055	143589
地点C	0	0	0	0	8991	18744	23628	31635	26215	14765	6202	5241	4541	139963
地点D	0	0	0	0	0	9733	20385	23632	32295	26520	12140	6073	5151	135939
地点E	0	0	0	0	0	0	10640	22249	23639	33102	27958	7054	5844	130486
地点F	0	0	0	0	0	0	0	11585	23613	23639	33942	26478	6998	126255
地点G	0	0	0	0	0	0	0	0	12640	23615	23639	34880	24827	119601
地点H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13811	23618	23639	35922	96989
地点I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14983	23620	23639	62242
地点J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16272	23623	39895
地点K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17762	39895
全地点合計	0	0	7589	24091	49865	82491	111470	134540	141978	147176	152466	151961	156022	1159650

嫌気性構造CO2発生量(ベースライン)

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	累積値
地点A	0	0	8854	18490	27559	35453	30144	22607	7605	6303	5437	4782	4270	171403
地点B	0	0	0	9616	20127	27563	36131	30405	20001	7376	6212	5370	4731	167532
地点C	0	0	0	0	10490	21868	27566	36908	30584	17226	7236	5873	5107	162859
地点D	0	0	0	0	0	11355	23794	27571	37677	30940	14163	7086	6009	158595
地点E	0	0	0	0	0	0	12414	25957	27579	38619	32617	8230	6819	152234
地点F	0	0	0	0	0	0	0	13516	27548	27579	39599	30892	8164	147298
地点G	0	0	0	0	0	0	0	0	14747	27551	27579	40893	28965	139535
地点H	0	0	0	0	0	0	0	0	16113	27554	27579	27579	41908	113154
地点I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17480	27579	27579	72615
地点J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18984	27560	46544
地点K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20723	20723
全地点合計	0	0	8854	28106	58176	96239	130049	156964	165641	171706	177877	177046	181836	1352493

準好気性構造CH4発生量(CO2換算量)

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	累積値
地点A	0	0	8914	12109	13165	5029	3326	2516	2031	1706	1472	1295	1156	52718
地点B	0	0	0	9682	13197	11880	4807	3230	2462	1996	1682	1454	1281	51670
地点C	0	0	0	0	10561	14308	10506	4569	3127	2404	1959	1655	1434	50522
地点D	0	0	0	0	0	11433	15610	8998	4310	3015	2341	1918	1627	49251
地点E	0	0	0	0	0	0	12498	17010	2284	4015	2888	2268	1871	47845
地点F	0	0	0	0	0	0	0	13608	17602	6005	3783	2786	2210	46193
地点G	0	0	0	0	0	0	0	0	14847	16900	5865	3725	2754	44092
地点H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16222	15899	5710	3662	41493
地点I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17598	14898	5554	38050
地点J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19113	13796	32909
地点K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20863	20863
全地点合計	0	0	8914	21790	36923	42649	46748	49932	51874	52264	53486	54821	56207	475606

準好気性構造CO2発生量

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	累積値
地点A	0	0	62399	84760	92153	35203	23281	17613	14220	11942	10302	9062	8090	369026
地点B	0	0	0	67772	92378	83157	35652	22612	17235	13975	11771	10175	8964	361691
地点C	0	0	0	0	73928	100154	73542	31983	21889	16825	13711	11586	10038	353655
地点D	0	0	0	0	0	80028	109273	62986	30168	21107	16384	13426	11386	344758
地点E	0	0	0	0	0	0	87485	119072	51061	28103	20214	15878	13099	334913
地点F	0	0	0	0	0	0	0	95255	124614	26495	26478	19499	15470	323352
地点G	0	0	0	0	0	0	0	103928	118303	41055	26077	26077	19279	308642
地点H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11295	39967	25632	290451
地点I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123189	104285	38879	266353
地点J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133792	96569	230361
地点K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	146044	146044
全地点合計	0	0	62399	152531	256459	298542	327283	349521	363115	365847	374399	383747	393451	3329245

20ha

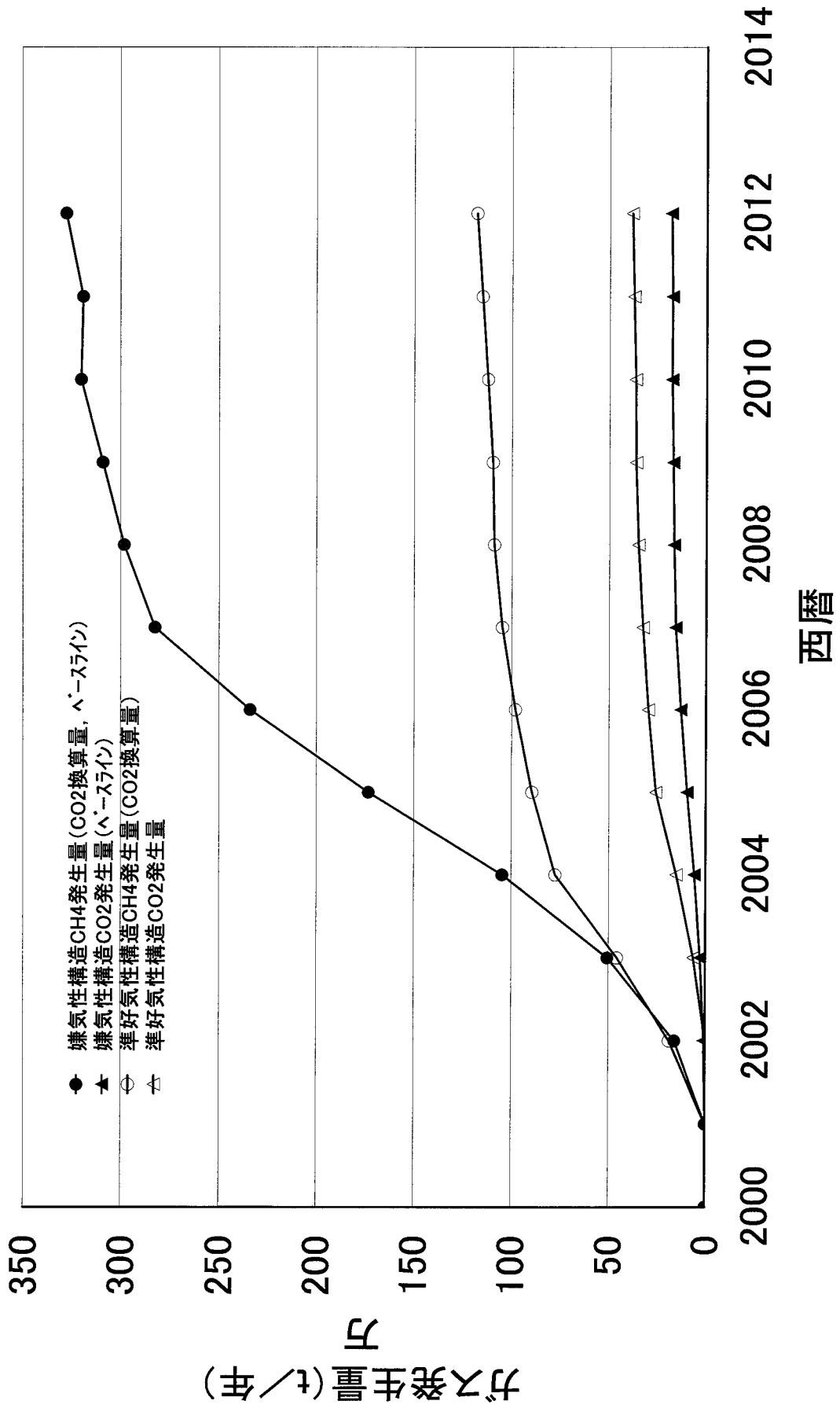


図 6-7 20ha 埋立地の埋立構造別のガス発生量の推移

#### (d) プロジェクトから期待される排出削減量

本プロジェクトにおいては、5ha と 20ha の埋立構造転換を並行して実施していき、5ha は一度に 10 箇所、20ha は一度に 2 箇所を対象としている。したがって、本プロジェクトのベースラインは実施箇所数を考慮した数値で、しかも両ケースを合わせたものである。この時のベースラインは表 6-17 の最上段に示している。メタンのベースラインは 2012 年の累積値で 383 万トンとなり、累積削減量は 230 万トンと計算される。二酸化炭素の増加分を考慮した場合の正味のメタン削減量は 199 万トンとなる。二酸化炭素換算量は 4,200 万トである。図 6-8 は表 6-17 を図示したものであるが、この図からも本プロジェクトの成果がメタン発生量の減少として現れているのが読み取れる。

以上の結果を簡潔に表現したものが表 6-18 および図 6-9 である。ここにはメタンおよび二酸化炭素を合わせた総発生量を示し、さらに毎年の削減量を明記している。

表 6-17 プロジェクトから期待されるガス排出削減量

(単位:トン/年)

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	累積値
嫌気性構造CH <sub>4</sub> 発生量(CO <sub>2</sub> 換算量、ヘースライ)	0	48747	64032	145783	240790	278473	376983	393549	447508	427209	475987	443565	489295	3831922
(CO <sub>2</sub> 換算量)	0	1023684	1344681	3061446	5056595	5847936	7916652	8264537	9397659	8971382	9995728	9314863	10275194	80470356
嫌気性構造CO <sub>2</sub> 発生量(ヘースライ)	0	56871	74705	170080	272780	316743	424446	456493	519928	496581	553733	515612	569213	4427185
準好気性構造CH <sub>4</sub> 発生量(CO <sub>2</sub> 換算量)	0	57258	33416	109956	95903	156692	119653	174724	132908	182037	138502	189295	145902	1536246
(CO <sub>2</sub> 換算量)	0	1202408	701745	2309083	2013966	3290528	2512715	3669202	2791069	3822786	2908532	3975193	3063933	32261162
準好気性構造CO <sub>2</sub> 発生量	0	400803	233915	769694	671322	1096843	837572	1223067	930356	1274262	969511	1325064	1021311	10763721
CH <sub>4</sub> 削減量	0	-8511	30616	35827	144887	121781	257330	218825	314600	245171	337486	254270	343393	2295676
CH <sub>4</sub> 正味削減量(CO <sub>2</sub> 換算量)	0	-522654	483725	152749	2644086	1777307	4990811	3828780	6196162	4370914	6671419	4530217	6759162	41882658

# 20ha+5ha

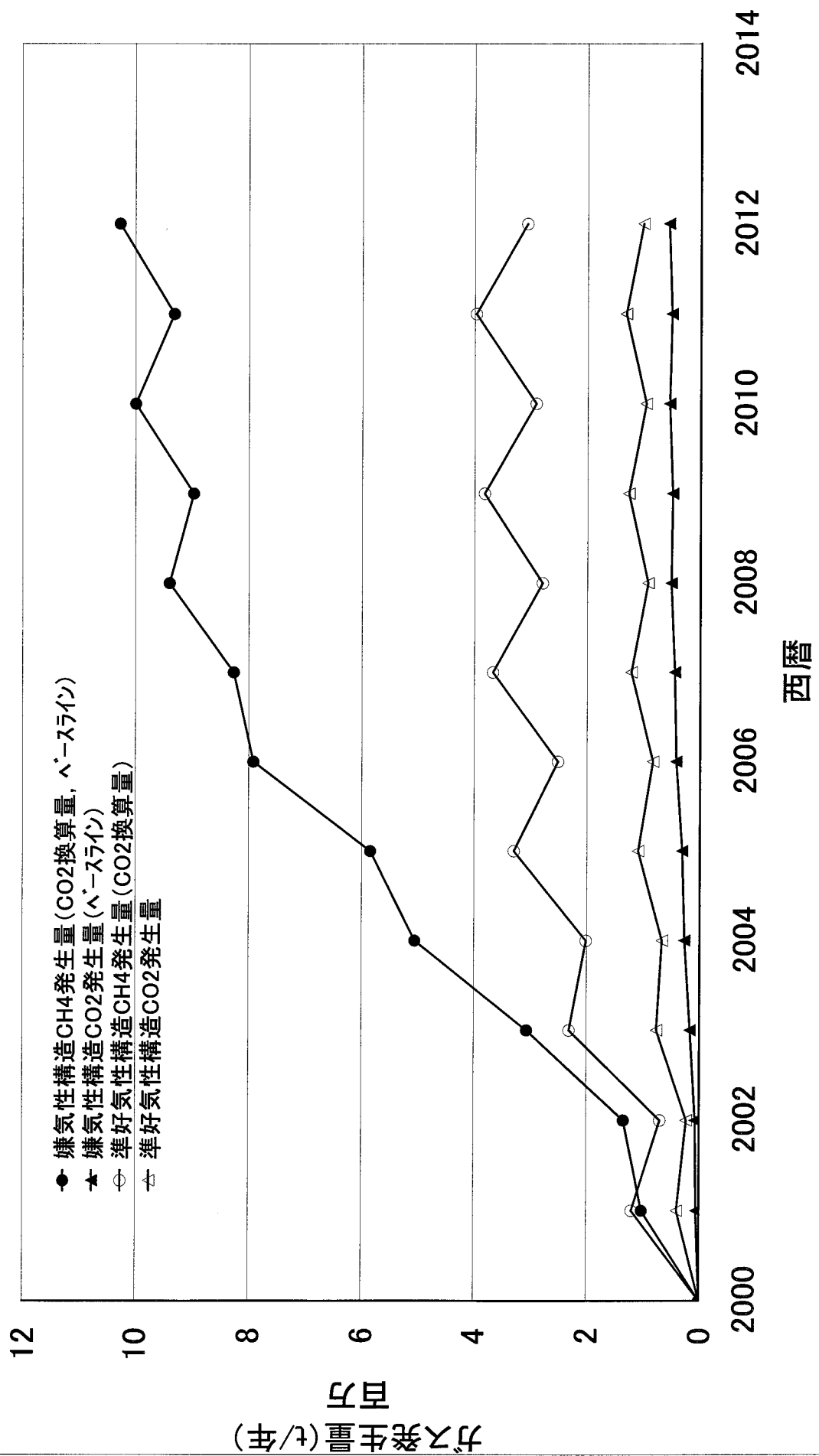


図 6-8 プロジェクトから期待されるガス排出削減量の推移

表 6-18 プロジェクト実施時の排出削減量

(単位: トン/年)

西暦	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	累積値
嫌気性構造総発生量(CO <sub>2</sub> 換算量, ペースライン)	0	1080556	1419386	3231526	5329374	6164679	8341098	8721030	9917587	9467963	10549462	9830475	10844406	84897541
準好気性構造総発生量(CO <sub>2</sub> 換算値, プロジェクト実施時)	0	1603210	935661	3078777	2685289	4387371	3350287	4892270	3721425	5097048	3878043	5300258	4085245	43014883
ガス排出削減量(CO <sub>2</sub> 換算量)	0	-522654	483725	152749	2644086	1777307	4990811	3828760	6196162	4370914	6671419	4530217	6759162	41892658



# プロジェクト実施効果

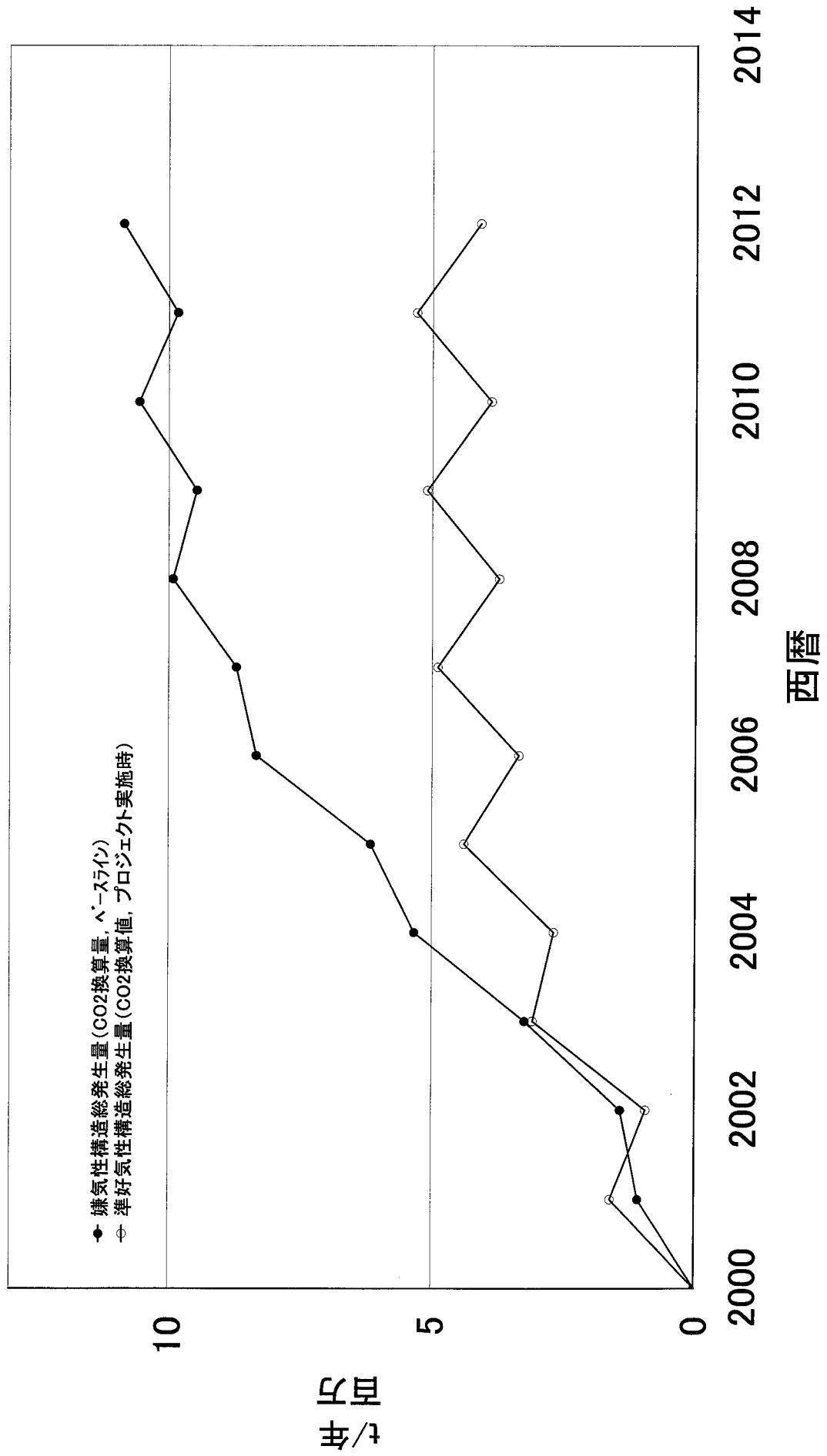


図 6-9 プロジェクト実施時の排出削減量の推移

## 6.2 費用対効果

### (1) 準好気性埋立地の建設費用

海外（パキスタン）での実績をベースに本方式による建設費用を試算した。

国連人間住居センター(ハビタット)の「Mission-to-Pakisutan (Rawalpindi) Report (March1999)」には、パキスタンにおける建設実績から約 2 ha の準好気性埋立地（福岡方式）の建設費並びに運転費が試算されている。この試算結果をベースに、より標準的な埋立構造の基本設計をもとに、コスト試算を以下のとおり行った。

#### ①埋立構造

パキスタンでの事例によると、埋立地の概略構造は図 6-10 に示すとおりで、2ha の埋立区域を高さ 3m の築堤で囲い、その外周に幅 3m、深さ 1.5m の溝を巡らす。埋立エリアには集排水管を魚の骨のように敷設し、管の起点と交点にはガス抜き管を配置するものである。埋立は順次各層毎に行っていく。埋立容量は約 214,000m<sup>3</sup>（うち覆土が 59,000m<sup>3</sup>）が確保できる。

ごみ層の浸出水は集排水管で滞留池に入り、これを定期的にポンプで埋立層に循環することにより浄化を行うシステムとなっている。また浸出水は外溝でも蒸発と酸化処理が施され、濃度の低減が図られる。滞留池もしくは外溝に堆積した汚泥は埋立地に搬送して処分される。

このように、本方式の埋立構造並びに浸出水処理システムは簡素であり、海外においても受け入れ易いものになっている。

#### ②建設費

この埋立構造における建設費の試算結果は表 6-19 に示すとおりで、計 54,676US \$であり、日本円に換算(1US \$ = 107 円)すると約 585 万円である。

この建設費を埋立面積並びに埋立容量当たりの費用で我が国の場合と比較してみると、表 6-20 のとおりである。なお、日本における最終処分場の建設単価は、平成 6 年度、7 年度の 2 ヶ年の全国自治体(組合)の建設実績より、同埋立規模のもの

を抽出した。

これによると、海外(パキスタン)における埋立地の建設費は日本の 1/100 以下と、当該国の物価比に比べても非常に安価である。

### ③運転管理費

埋立地の運転管理費は埋立期間によって異なる。このコスト試算では、中都市(人口 100 万人)を想定し、1 日当たりの埋立廃棄物量を 1,000 トン/日として、次のように埋立期間を計算している。

$$\begin{aligned}\text{廃棄物埋立容量} &= \text{埋立地総容量} - \text{覆土容量} \\ &= 214,000(\text{m}^3) - 59,000(\text{m}^3) \\ &= 155,000(\text{m}^3)\end{aligned}$$

埋立密度を 0.85 トン/ $\text{m}^3$ とすると、廃棄物埋立重量は 131,750 トンである。よって、埋立期間は、

$$131,750(\text{トン}) \div 1,000(\text{トン/日}) = 132(\text{日})$$

この埋立期間中の運転管理費は表 6-17 に示すとおりであり、計 47,000US \$、日本円では約 500 万円である。

したがって、2ha 規模の埋立地の建設費、運転管理費の合計は、日本円で約 1,100 万円である。

## (2) 建設費用と排出削減量の比較

2ha 規模の準好気性埋立地の建設費および運転費をもとに、本プロジェクトにおける準好気性埋立地の建設費用および運転管理費用を試算し、温室効果ガス排出削減量との比較を行った。

本プロジェクトでは、10年のプロジェクト実施期間中に、5haの埋立地を60箇所、20haの埋立地を22箇所建設する。したがって、建設される埋立地の総面積は

$$5\text{ha} \times 60\text{箇所} + 20\text{ha} \times 22\text{箇所} = 740\text{ha}$$

となる。一方、2haの埋立地の建設費は585万円と計算されており、この費用を740haに当てはめると、その建設費用は

$$740\text{ha} \div 2\text{ha} \times 585\text{万円} = 216,450\text{万円} = 21\text{億}6,450\text{万円}$$

となる。埋立地の規模が大きくなることでスケールメリットが生じると考えられるが、その定量的な評価ができないため、ここでは考慮していない。

次に、運転管理費について試算してみた。本プロジェクトも100万人規模の都市を対象としており、1日当りの廃棄物搬入量は2haの場合と比べて大きな違いはない。しかも、ガス排出削減量の予測の際の条件として、埋立地の埋立容量を予め制限している。埋立高さ、廃棄物の密度、覆土の割合を2haの場合と同じにして計算された埋立容量であり、5haの埋立地には31万トン、20haの埋立地には150万トンと決めている。そこで、2haの運転管理費の計算方法にしたがって、本プロジェクトにおける運転管理費用を次のように計算した。

$$\begin{aligned} & (31\text{万トン} \times 60\text{箇所} + 150\text{万トン} \times 22\text{箇所}) \div 1,000(\text{トン/日}) \div 132\text{日} \\ & \quad \times 503\text{万円} = 19\text{億}6630\text{万円} \end{aligned}$$

そこで、本プロジェクトに要する建設費用と運転管理費の合計は

$$21\text{億}6,450\text{万円} + 19\text{億}6,630\text{万円} = 41\text{億}3,080\text{万円}$$

となる。

一方、本プロジェクトの実施で期待できるガス排出削減量はメタン 199 万トンと計算されている。

したがって、メタン 1 トンを削減するための費用は

$$41 \text{ 億 } 3,080 \text{ 万円} \div 199 \text{ 万トン (CH}_4\text{)} = 2,076 \text{ (円/トン} \cdot \text{CH}_4\text{)}$$

となり、本プロジェクトではメタン 1 トン削減するのに約 2,000 円の費用がかかる。さらに、メタン 1 トンを二酸化炭素 1 トンに換算してその費用を算出すると、

$$2,076 \text{ (円/トン} \cdot \text{CH}_4\text{)} \div 21 = 99 \text{ (円/トン} \cdot \text{CO}_2\text{)}$$

となり、本プロジェクトによる温室効果ガス削減の費用対効果は非常に大きいと思われる。

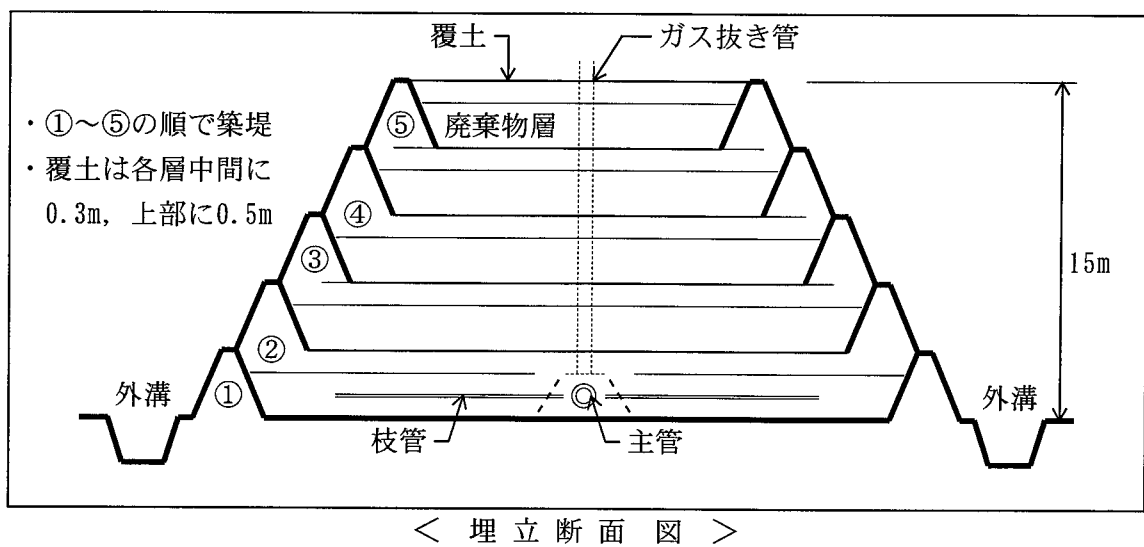
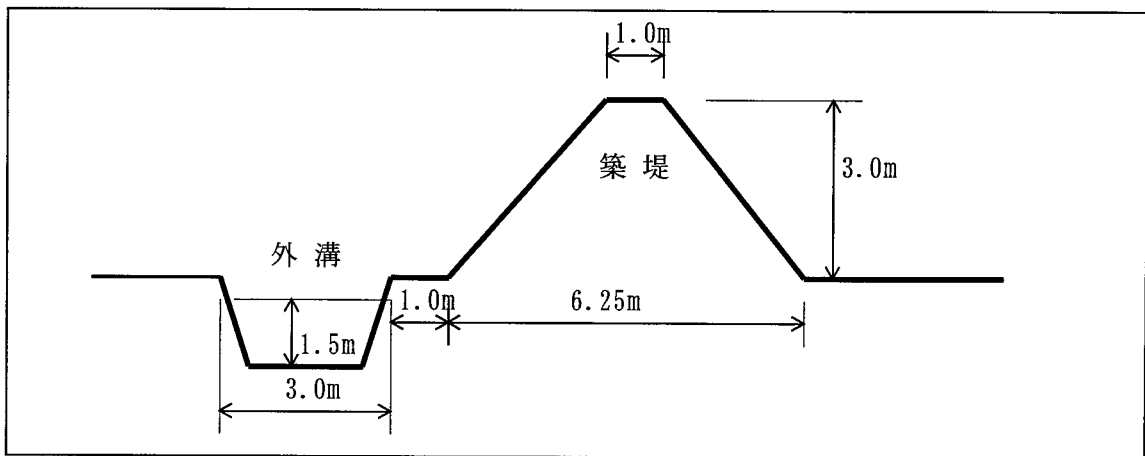
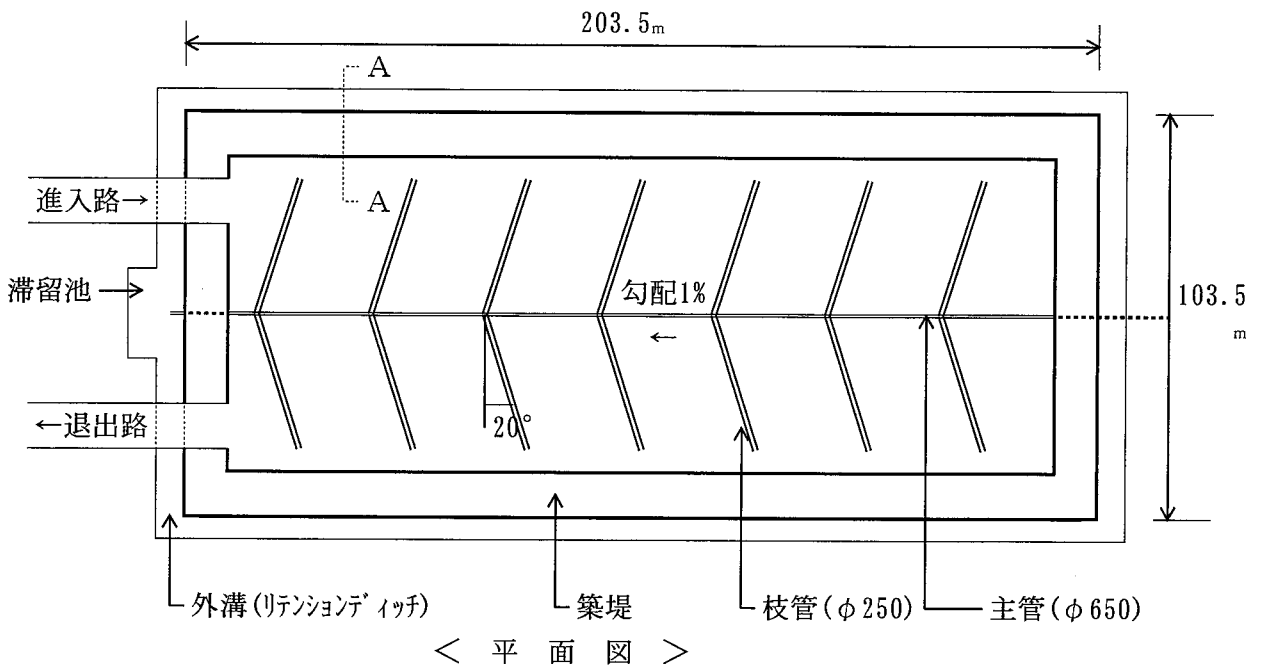


図 6-10 パキスタンにおける準好気性埋立構造概略図

表 6-19 埋立地の建設費および運転管理費の試算結果

項 目	延 長 (m)	幅 (m)	高 さ (m)	個数	数 量	単 位	単 価 (\$/)	金 額 (US \$)
1. 土工								19,071.23
(1) 掘削工	91.0	191.0	0.50	1	8,690.50	m <sup>3</sup>	0.25	2,172.63
(2) 築堤工 (5段階) * <sup>1</sup>	2,655.0	3.625	3.00	1	31,760.44	m <sup>3</sup>	0.50	15,880.22
(3) 外溝工	634.0	1.75	1.50	1	1,476.75	m <sup>3</sup>	0.50	738.38
(4) 滞留池工	20.0	8.0	3.50	1	560.00	m <sup>3</sup>	0.50	280.00
2. 集排水管布設工								9,400.00
(1) 主管 (φ650mm)	184.5	-	-	1	190.00	m	25.00	4,750.00
(2) 枝管 (φ250mm)	44.2	-	-	14	620.00	m	7.50	4,650.00
3. マンホール工 (1X1X1m)		-	-	21	21.00	No.	50.0	1,050.00
4. 集排水管被覆工		(断面)						3,427.59
(1) 主管基礎材 (砂利)	184.0	0.13		1	23.35	m <sup>3</sup>	3.00	70.04
(2) 主管被覆材 (栗石)	184.0	0.60		1	109.51	m <sup>3</sup>	5.00	547.53
(3) 枝管基礎材 (砂利)	608.0	0.20		1	122.43	m <sup>3</sup>	3.00	367.29
(4) 枝管被覆材 (栗石)	608.0	0.80		1	488.55	m <sup>3</sup>	5.00	2,442.73
5. ガス抜き工 (21箇所)								2,119.69
(1) 塩ビ管 (φ200mm)	15.0	-	-	21	315.00	m	3.50	1,102.50
(2) ガス管保護枠 (トラム缶)	14.0	-	-	21	294.00	m	1.25	367.50
(3) ガス管保護材 (栗石)	14.0	0.44	-	21	129.94	m <sup>3</sup>	5.00	649.69
6. アクセス道路工	500.0	4.00			1	式	-	3,921.57
7. 循環ポンプ及び配管工					1	式	-	1,000.00
8. 現場事務所					1	式	-	2,500.00
9. 守衛室					1	式	-	1,250.00
10. 現場管理費 (25%) * <sup>2</sup>					1	式	-	10,935.02
建設費計								54,675.10
11. 運転管理費								47,008.45
(1) 覆土材	延面積73,531.9		0.80		58,825.55	m <sup>3</sup>	0.30	17,647.67
(2) 重機運転費 (ブルドーザ)					132	台・日	150.0	19,800.00
(3) 労務費 (作業員10人)					1,320	人・日	5.00	6,600.00
(4) 電気代 (照明, ポンプ類)					1	式	-	1,000.00
(5) 管理費					1	式	-	1,960.78
合計金額								101,683.55

備考) \*1 : 築堤工の土量は圧縮分を見込み, 10%増としている。

\*2 : 現場管理費の内訳 : 偶発事故等保険(5%), 事務費(15%), その他(5%)

[資料 : 国連ハビタット福岡事務所]

日本円に換算 1US\$ = 107円 (2000年2月現在)

101,683.55 US\$ × 107 円/US\$ = 10,880,139.85 (円)

表 6-20 建設費用の比較

項 目	パキスタン事例	日 本	比 率
埋立面積当たり単価(万円/ha)	292.5	41,000	1/140
埋立容量当たり単価(円/m <sup>3</sup> )	27	3,100	1/115

注) 埋立地の規模：面積 2 ha, 埋立容量 21 万 m<sup>3</sup>



### 6.3 プロジェクトの持続可能性

本プロジェクトは、中国候補地選定調査、準好気性埋立実証試験および大型準好気性埋立地建設の三つの柱からなる。これらを継続的に実施していき、なおかつ十分な成果を上げていくためには、しっかりとした組織と実践方法がなくてはならない。

組織は廃棄物関連分野の専門知識および技術を有する福岡大学や福岡市と、環境全般にわたって知識・技術を有する(財)九州環境管理協会と、国際的な活動能力を備えた国連人間居住センター（以下、ハビタットと称す）福岡事務所や国際協力事業団から人選されたメンバーおよび中国側のカウンターパート（中日友好環境保護中心）で構成され、事務局および委員会を設置する。

以下に、図 6-11 のプロジェクト推進フローモデルにしたがって、プロジェクトの実施方法および持続可能性について述べる。

中国候補地選定調査は中国の各都市において廃棄物処理処分の実態調査を行い、埋立地を準好気性構造に転換する必要があるか、またそれを熱心に望んでいるか等を調査することである。このためには中国側との折衝を可能にできる人材が必要である。これには国家研究機関である中日友好環境保護中心、ハビタット、国際協力事業団の人材が、その能力を有していると思われる。また、現地での実態調査には正確な現状分析と把握が必要であり、そのための専門家が派遣されなくてはならない。この人材としては福岡大学、福岡市、(財)九州環境管理協会、ハビタットの専門家が適している。福岡大学は埋立構造に関する研究実績を持っており、その成果として準好気性埋立方式の有効性を明らかにした。福岡市は福岡大学と共同で準好気性埋立方式に改善を重ねて自ら実践し、その効果を明らかにするとともに、国内での普及に努めてきた実績がある。両者の最近の活動は国外、特にアジアに受けられ、中国、マレーシア、イラン、パキスタン等では埋立地に関する情報交換・技術交流の実績を積み上げてきている。ハビタットもイランにおいて福岡大学および福岡市の協力を得ながら埋立地の構造改善事業を完成させた実績を持っている。

以上から、中国候補地選定調査に必要な人材の確保は可能であり、その人材の能力は極めて高く、豊富な実績をも有することから、中国の各都市において本プロジ

エクトの実践のための足がかりを築いていくことは十分可能と考えられる。

中国候補地選定調査の後、調査結果を緊急性および潜在効果の面から評価し、本プロジェクトの準好気性埋立実証試験を実践する候補地を選定する作業に移る。この時の評価は委員会で行うが、このほかに身近な大学や国際事業関連機関から専門家を準備することも可能である。また、中国候補地選定調査の選定作業にはデータの整理等に実務スタッフが必要となるが、これには(財)九州環境管理協会が継続的に担当することが可能である。さらに、実務能力を中日友好環境保護中心のスタッフに移転していくために、この作業は共同で行う必要がある。

委員会において候補地が選定されたならば、次にその候補地での本プロジェクト実施のための事前調査を実施する。この役目は委員会メンバーが担い、この中から短期間現地に派遣されるメンバーを選出する。派遣された専門家・技術者は現地の廃棄物処理の現状を確認し、本プロジェクトの内容を理解させ、候補地側の専属担当者の教育に努める。ここでは福岡大学や福岡市がアジア各国で実践した経験が十分に発揮される。

本プロジェクトの推進のためには、候補地側の専属担当者に対して準好気性埋立方式に関するさらに入念な理解を必要とする。そのためには専属担当者を日本に受け入れ、実践教育を行わなくてはならない。この役割は、環境条件が整えば福岡市が担うことは十分に可能である。福岡市は研修事業に関するノウハウと豊富な実績を有している。アジア・太平洋サミット第2回実務者会議、マレーシア環境行政交流、国際協力事業団との連携等において、研修生に対して埋立に関する技術の実務研修を行うとともに、福岡大学の協力のもと、安価な材料を用いた埋立構造の改善方法を実技指導している。なによりも、福岡市は準好気性埋立構造について十分に研修できるための実践施設を持っていることが最大のポイントである。

十分な成果を得た研修生は、中日友好環境保護中心の協力を得て、現地埋立地の準好気性埋立構造への転換に関する事業計画書の作成に取りかかる。事業計画は本プロジェクトの委員会の中で検討・評価され、実行可能でしかも成果が期待される事業については実施に移される。

準好気性埋立実証試験の実施に際しては、中国候補地選定調査に参加した者の中から選出された専門家が現地で助言・指導を行うが、現地の専属担当者と十分な協議を踏まえて、専属担当者が中心となって進行していくように取り計らう。専属担

当者は研修によって準好気性埋立構造を十分に理解しているため、専門家の助言・指導をもとに現地のマンパワーおよび材料を駆使した作業が可能である。

準好気性埋立実証試験の埋立地が完成した後は、専属担当者は組織的な運営・管理を実施し、定期的なモニタリングによって準好気性埋立地の効果の確認を行っていく。この組織的な運営・管理やモニタリングのノウハウは専属担当者の受入研修の際に十分に教育・訓練されているため、問題なく実行されると考えられる。委員会からも専門家が定期的に派遣され、中国側カウンターパートとともに現地モニタリングを行う。派遣される専門家は徐々に中日友好環境保護中心を主とする中国側の専門家へと移行していく。

専属担当者からのモニタリング等の報告は逐一事務局に報告され、委員会は定期的に報告された内容を検討し事業評価を行う。

各地での事業実施状況は各地のカウンターパートから国際会議等の場を借りて発表され、情報交換される。福岡市はアジア・太平洋都市サミットを主催し、また中心的な立場として参加し続けており、さらに 2000 年にはアジア・太平洋廃棄物埋立会議を共催することを計画している。本プロジェクトの成果が国際会議の場に公表される機会は広がり、この機会を通して本プロジェクトへの関心と理解が深まり、中国以外の国々にも普及する可能性が大きく膨らむと考えられる。

大型準好気性埋立地建設の推進も準好気性埋立実証試験の場合と同様に行われるが、規模が大きくなるため、入念な事業計画の策定が必要となる。そのため、専属担当者の研修をより高度なものにする必要がある。同時に、現地の材料およびマンパワーを活用する必要があることから、現地での専属担当者を交えた細部にわたる事業計画策定準備を指導しなくてはならない。これには委員会メンバーの知識・技術力を駆使することで可能であり、それらの高度な研修コースを福岡市に準備することは十分に可能である。

一方、本プロジェクトの推進には、それぞれの活動に対して資金が必要である。ところで、大型準好気性埋立地建設に係る資金はともかくとしても、中国候補地選定調査および準好気性埋立実証試験の活動のための資金援助はハビタットに対しては非常に有効と考えられる。これにより、人的援助はさらに充実し、国連のネットワークを十分に活用できることで、アジア・太平洋地域への展開も可能性が高くなる。

本プロジェクトの持続性は対象地域の理解，プロジェクト実施組織の推進力に左右される。福岡大学は知識・技術の提供者としてその能力と経験は高く評価される。福岡市は基本計画（平成9年3月），環境基本計画（平成9年3月），地球温暖化対策地域推進計画（平成6年3月）を策定し，環境に係る国際交流・協力の推進・援助を行動指針に掲げて実践している。これに国際的な活動を実践しているハビタットや国際協力事業団が協力することによって，プロジェクトを継続的に推進することが可能であり，中国をはじめとしてアジア・太平洋地域への普及も推進されると期待される。

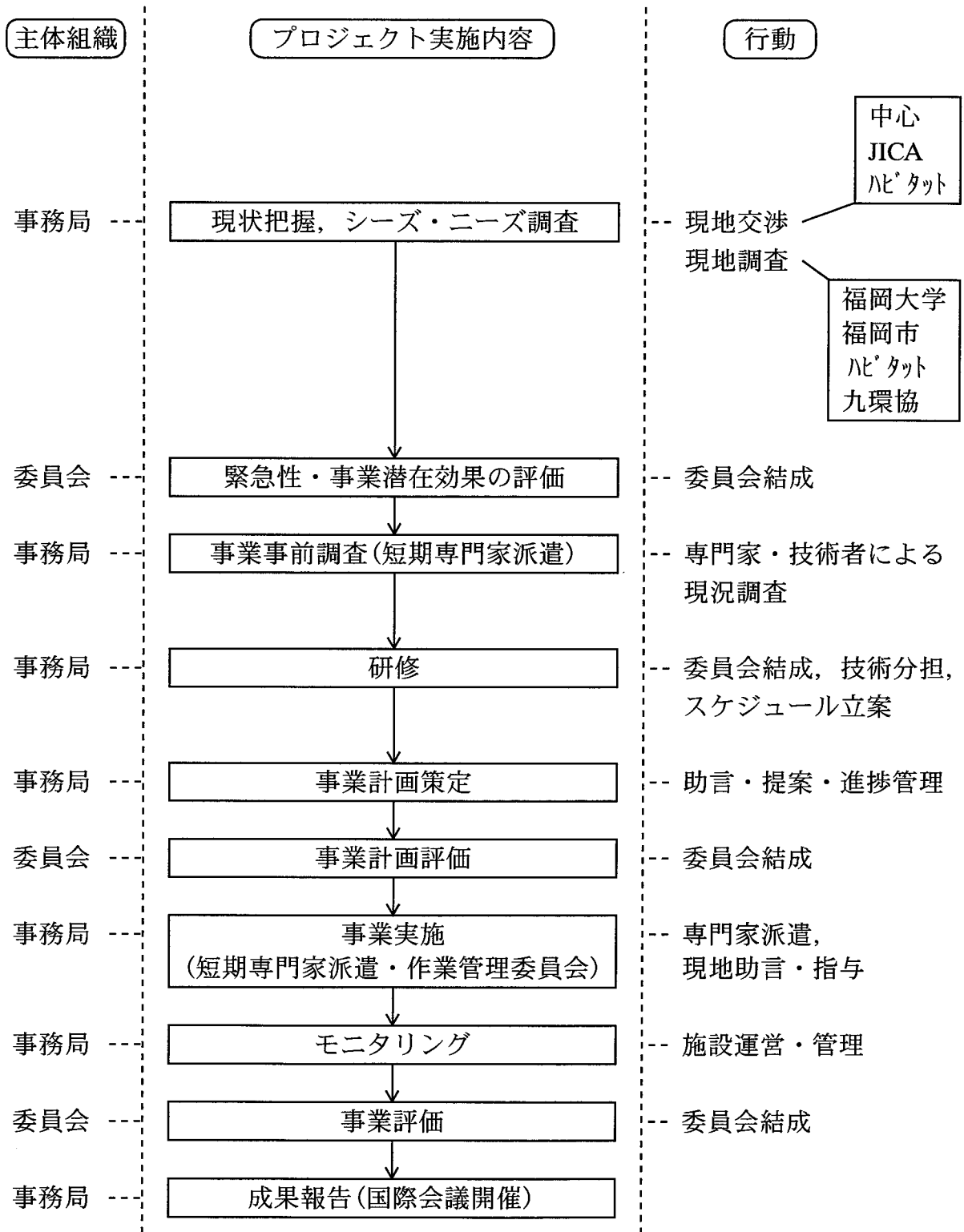


図 6-11 プロジェクトの推進フローモデル

## 6.4 プロジェクトの対象地域以外への普及可能性

準好気性埋立構造においては、埋立廃棄物層内が好气的であることによって、浸出水中の汚濁成分濃度は早期に低下し、それと同時にメタンや硫化水素などの有害ガスの発生量も低下し、埋立地の安定化が促進される。

このような優れた特徴を有する準好気性埋立構造は、廃棄物処理問題で悩む発展途上国にとっては非常に興味あるものである。

さらに、準好気性埋立構造には次に示すような利点がある。

- ・ 現地のニーズに対応できる性能を有することができる。
- ・ 費用対効果が顕著である。
- ・ 現地での資材調達が容易である。
- ・ 現地技術者によるメンテナンスが容易である。  
保守管理が現地の技術者に対応可能なものである。  
保守部品等が適切な価格で容易に現地調達できる。
- ・ 現地技術者による創意工夫の可能性を内包している。
- ・ 現地技術者への設計・施工・保守技術の伝達と現地技術者による他者への技術の継承ができるものである。

これらの利点は、現地で容易に入手可能な資材を活用することにより低コストで埋立処分場の改善を行うことができることを意味しており、発展途上国にとっては自力で効果的かつ効率的な埋立地の改善ができることと理解され、適切な技術移転がなされれば急速に普及すると考えられる。

技術移転は本プロジェクトの中の研修を通じて可能である。福岡市は福岡大学とともに準好気性埋立構造（福岡方式）を開発し、普及のための研修も盛んに実施している。この研修では準好気性埋立地の建設、維持管理が出来る人材を育成することを目標として、次のようなコースと設定している。

- ・ 最終処分場の構造を理解し、設計・建設を行う。
- ・ 最終処分場の維持管理の実務を行う。
- ・ 最終処分場の環境管理に関する技術を習得する。

このコースは福岡市が蓄積してきた技術を研修員に伝えることであるが、発展途上国のように技術者・資材の確保等が困難な地域にとっては大変有意義なものであり、廃棄物問題を抱える発展途上国が期待・要請している人材の効果的・効率的な育成に的確に対応したものになっている。

以上のように、準好気性埋立構造の優れた特徴や利点と研修の成果が相俟って、現地で確保できる人材・資材の範囲で適切に建設・維持管理ができる能力や、ごみの発生抑制、分別、収集・運搬、リサイクル、処理処分に至る総合的な廃棄物管理の政策形成が行える能力を備えた人材が育成され、開発途上国の廃棄物処理問題の解決に大いに役立つこととなる。さらに、彼らは国際協力を担うことのできる人材であり、本プロジェクトの普及は加速度的に展開すると期待される。

## 6.5 温室効果ガス削減以外に生じうる影響

埋立地を嫌気性埋立構造から準好気性埋立構造へ転換することによって、メタンガスの発生が抑制され地球温暖化防止に寄与するとともに、次のような影響が現れる。これらは準好気性埋立構造の優れた特徴である。

- ・ 浸出水の排水が促進されるため、廃棄物層内に浸出水が滞水しなくなり、空気が侵入しやすくなることから、好気的な領域が拡大し、好気性微生物の働きが活発となり、廃棄物の分解が促進される。その結果、浸出水の水質が改善される。
- ・ 浸出水の排水が迅速であるため、浸出水の滞水による水圧が小さくなり浸出水の地下浸透を極めて小さくし、遮水工の補完機能を有するようになる。
- ・ メタンや硫化水素などのガスの発生量も低下し、爆発の危険性や有毒ガス発生の危険性がなくなる。
- ・ 埋立地の安定化が促進されるため、埋立跡地の早期活用が可能となる。
- ・ 自然界に備わっている浄化能力を有効に活用し廃棄物を安定化させる方式であるため、機械や装置の面での技術的要求度は低く、費用対効果は高い。

これらのほかに、本プロジェクトの研修を通して、ごみの発生抑制、分別、収集・運搬、リサイクル、処理処分に至る総合的な面から廃棄物問題を解決する能力を備えた人材が育成され、開発途上国の廃棄物処理問題に対して多大な影響を及ぼすことが期待される。



## 6.6 効果の具体的な確認方法（モニタリング方法）

表 6-21 および表 6-22 は広州市環境衛生局が李坑埋立場で観測した方法および結果を示している。広州市においては埋立地のガス観測を実践している。ガス観測はガス試料の採取から機器分析への手順を正確に踏んでいる。この方法はわが国においても実際に行われている方法の一つである。広州市のガス観測技術は福岡大学および福岡市との技術交流の中で教育・訓練され、培われたものであり、現在は実際に観測技術として活躍している。したがって、本プロジェクトの中で現地専属担当者は確実にモニタリング技術を習得することができ、モニタリング体制の中においてその役割を果たすことができる。

現地モニタリングに関しては高度な機器分析は必ずしも必要とせず、検知管等の簡易測定装置で十分対応可能である。ガス発生量やガス温度についても同様に可搬型な安価な装置でモニタリングは可能である。

また、中日友好環境保護中心や広州市環境衛生局は、ガスモニタリングのほかにごみ組成・成分分析を行うための機器を整備しており、それらを駆使したモニタリング技術は福岡大学および福岡市との技術交流によって備わっている。したがって、ここを拠点としたモニタリング体制が確立できる。

そこで、埋立地のガスモニタリングは現地専属担当者が毎月行い、その項目はガス発生量、ガス温度、ガス濃度とする。廃棄物の搬入量、水分、組成、有機性炭素量のモニタリングは年二回の頻度で行い、日本から派遣された専門家とともに中日友好環境保護中心および広州市環境衛生局が実施するとする。

これらのモニタリングは図 6-12 に示したモニタリング体制のもとで実行される。

表 6-21 広州市李坑ごみ埋立場大気観測方法

項 目	測 定 方 法
メタン	注射器採取－ガスクロマトグラフ
一酸化炭素	テトラバック採取－ガスクロマトグラフ
アンモニア	インドフェノール吸光光度法
硫化水素	メチレンブルー吸光光度法
窒素酸化物	ザルツマン吸光光度法

表 6-22 広州市李坑ごみ衛生埋立場大気観測結果

(調査期間：1997年9月22日～26日，単位：mg/m<sup>3</sup>)

観測地点	メタン		一酸化炭素		アンモニア	
	日平均値 濃度範囲	5年間 平均値	日平均値 濃度範囲	5年間 平均値	日平均値 濃度範囲	5年間 平均値
1	47.11～876.56	275.44	1.97～5.90	2.36	0.033～0.233	0.077
2	49.63～209.22	87.43	1.91～2.31	1.82	0.074～0.173	0.105
3	8.59～32.78	14.5	1.94～2.66	1.92	0.038～0.158	0.075
4	6.41～18.44	9.39	2.09～2.47	1.92	0.018～0.234	0.078
5	5.90～33.63	10.97	1.97～2.44	1.89	0.125～0.870	0.152
6	6.2～55.24	27.12	2.03～2.63	1.98	0.039～0.129	0.084

表 6-22 広州市李坑ごみ衛生埋立場大気観測結果(つづき)

観測地点	硫化水素		窒素酸化物	
	日平均値 濃度範囲	5年間 平均値	日平均値 濃度範囲	5年間 平均値
2	0.186～0.250	0.180	0.033～0.233	0.131
2	0.163～0.206	0.150	0.083～0.104	0.076
3	0.153～0.201	0.147	0.086～0.150	0.096
4	0.053～0.093	0.060	0.088～0.133	0.087
5	0.079～0.168	0.114	0.07～0.141	0.087
6	0.093～0.161	0.104	0.073～0.143	0.0905

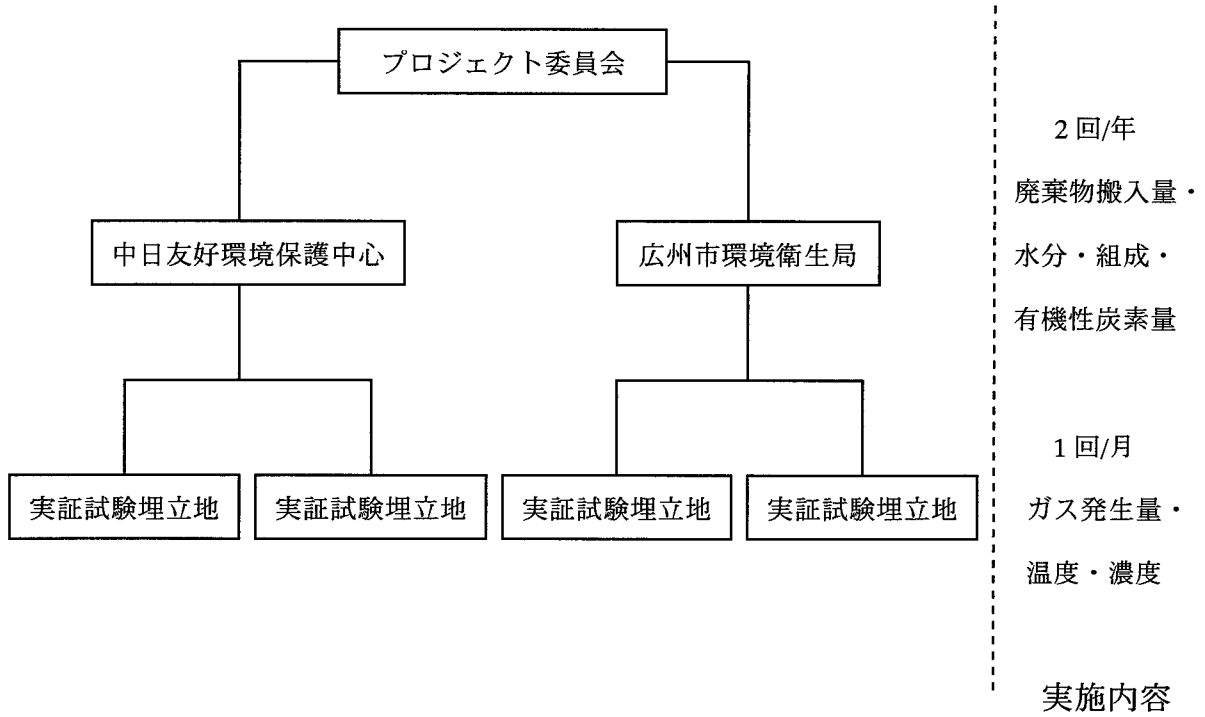


図 6-12 モニタリング体制

## 6.7 プロジェクトの実現可能性

中国の埋立地は広州市李坑埋立場にみられるように、生活ごみをそのまま埋立しているケースがほとんどである。広州市大田山埋立場はメタンガスを回収して発電に利用している。当該埋立地からの浸出水は黒色を呈し、強いアンモニア臭が埋立地内はもちろん、周辺へも漂っていた。建国 50 周年事業として建設された北京市六里屯埋立場では、埋立地底部に集排水管を配して排水を集め、排水処理施設で処理する方式を採用している。しかし、この方法でも埋立地の嫌気化とそれに伴うメタンガスの発生や排水の水質悪化は避けられず、水質に至っては排水処理施設の能力をはるかに超えたものになると予想される。

現在、中国では廃棄物問題の対応策として、ごみの堆肥化、焼却処分、メタン回収発電等を検討しているが、その検討も漸く始まったばかりである。しかし、これらの対策は廃棄物の処理能力の限界やコスト高が影響して、廃棄物対策の主流にはなり得ない。さらに、根本的な対策である分別、収集・運搬、リサイクル等に至っては、さらに長い年月を要すると思われる。これらの対策を研究・検討している間にも、増加の一途をたどっている都市の生活ごみはそのまま埋立地に廃棄され続け、メタンガスによる爆発、悪臭の発生、浸出水の水質悪化といった環境悪化は確実に進行している。

このような状況を冷静に分析したならば、現在の嫌気性埋立構造を準好気性埋立構造に転換するのに何の抵抗もないはずである。ところが、廃棄物問題が深刻になってきているにもかかわらず、一向に改善されない理由の第一は、廃棄物処理処分に関する十分な知識と技術を持っていないことである。

本プロジェクトの研修は廃棄物埋立技術に関するもので、最終処分場の構造・維持管理・環境管理に関する科目と廃棄物処理方式の事例を学ぶことであり、その内容は福岡市および福岡大学によって入念に吟味されたものとなっている(表 6-23)。この研修を本プロジェクトの中だけでなく、事前においても、研修事業として中国の各都市を対象に展開するならば、本プロジェクトの実現可能性は確実に高くなる。

表 6-23 研修科目とそのねらい

(単位：時間)

研修科目	研修内容	研修のねらい	時間割	
			講義	演習
環境概論	①福岡市の環境行政 ②環境アセスメント	環境コースの導入として、福岡市の環境行政・対策について説明する。	12	
廃棄物埋立技術  (1) 最終処分場の構造に関するもの	①立地選択 ②準好気性埋立構造の理解 ③新規処分場の建設に関するもの ④既存処分場の改善に関するもの ⑤しゃ水工に関するもの ・立地計画 ・埋立構造の種別 ・各埋立構造の特徴 ・準好気性埋立構造の有効性 ・準好気性埋立構造の構造理論	ごみの最終処分場の構造を理解させる。準好気性埋立地（福岡方式）の建設が出来る知識・実技を習得させる。 特に、準好気性埋立地が堆積さえられる理由を把握する。	12	
	・準好気性埋立地の設計の実際 ・準好気性埋立構造の建設の実際 ・準好気性埋立モデルの建設実技 ・準好気性構造を用いた埋立地改善事例の実際 ・モデル実験			39
廃棄物埋立技術  (2) 最終処分場の維持管理に関するもの	①受入れ管理に関するもの ②埋立作業に関するもの ③覆土作業に関するもの ④浸出水処理に関するもの ・受入れ管理の必要性 ・受入れ基準の設定 ・覆土の必要性 ・埋立計画の策定 ・浸出水の簡易処理の方法 ・受入れ管理の実際 ・覆土作業の実際 ・埋立作業の実際(重機の使用方法)	最終処分場の建設後、その維持管理に必要な知識・実技を習得させる。 特に、地下水汚染を防止する浸出水処理について、知識を深める。	6	6
廃棄物埋立技術  (3) 最終処分場の環境管理に関するもの	①廃棄物成分・演出水の試料採取と分析 ②放流水水質の監視に関するもの ③周辺地下水の監視に関するもの ④発生ガスの監視に関するもの ⑤安全閉鎖方式 ⑥廃棄物処理の費用分析 ・モニタリング計画 (試料採取ポイントの選定、分析項目の選定)	最終処分場の建設後、そこが長年にわたり大自然に還元される過程で、その環境管理に必要な知識・実技を習得させる。	6	
	・モニタリング実技(採水、分析) ・モニタリング結果評価実技			6

表 6-23 研修科目とそのねらい(つづき)

研修科目	研修内容	研修のねらい	時間割	
			講義	演習
日本の廃棄物処理方式事例(福岡市)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・福岡市東部環境施設</li> <li>・ " 西部 "</li> <li>・ " 夜間廃棄物収集方式</li> </ul>	日本方式のごみの焼却・廃棄物再資源化と、都市夜間収集方式を研修する。		17
研修旅行	<ul style="list-style-type: none"> <li>・笠岡市埋め立て場</li> <li>・広島市</li> </ul>	安全閉鎖埋立地の事例		12
その他	開講式・閉講式 コースオリエンテーション ジョブレポート発表会 ファイナルレポート発表会 反省討議会・評価会			(18)
計		134	36	98

[国際協力事業団九州国際センター資料(平成11年9月)]

## 7. まとめ

本調査においては、文献調査及び現地調査をもとに、プロジェクトの立案及び評価を行い、次のような成果が得られた。

- ① 地球温暖化の原因物質は二酸化炭素やメタンガス等であり、メタンガスは主に廃棄物埋立地から発生し、中国をはじめとする開発途上国の嫌気性埋立地は大きなメタンガス発生源である。
- ② 中国の大都市では人口の増加や生活水準の向上に伴って、廃棄物問題は深刻化しており、都市郊外には数十 ha の埋立地が建設されている。そこに搬入される廃棄物は厨芥を多く含む生活ごみが主である。しかも、埋立地のほとんどが嫌気性埋立構造であり、資金不足が原因で十分な運営・管理がなされていないため、メタンガスによる爆発、悪臭の発生、浸出水の水質悪化等の問題を引き起こしている。  
北京市や広州市をはじめとして中国の大都市は地球温暖化対策や廃棄物問題に対して積極的に取り組んでいるが、その大部分が外国からの援助に頼っている。
- ③ 中国の廃棄物問題の現状を考慮した結果、沿岸部及び中部の人口 100 万人以上の都市を対象地域として、5ha の実証的な準好気性埋立地の建設を行いながら準好気性埋立方式の理解と普及に努め、20ha の準好気性埋立地の建設へと発展させるプロジェクトを立案した。
- ④ 人口とごみ原単位から廃棄物排出量の将来予測を行い、これにガス化予測式と現地で入手したごみや発生ガスに関するデータを適用して、本プロジェクトによる温室効果ガス削減量を試算した。その結果、10 年間でメタンは 199 万トン（二酸化炭素換算量 4,200 万トン）削減することができ、そのための



費用は二酸化炭素 1 トン当たり 99 円と計算され、本プロジェクトの有効性が確認された。

- ⑤ 本プロジェクトの実施に際しては、福岡大学、福岡市、ハビタット及び(財)九州環境管理協会を中心とした運営母体を組織し、カウンターパートとの連携のもとに、事前調査、事業計画策定・評価を経たのち事業実施に至る実践方法を具体化した。
- ⑥ 本プロジェクトを効果的に推進・普及していくためには、カウンターパートとの連携が重要であるとともに、研修による現地関係者の人材育成が不可欠である。