

マレーシアにおける廃棄物埋立場の現状 ～ JICA 開発調査に携わって～

久保倉宏一¹

Current Situation of Landfill Site in Malaysia - Participating in JICA Developing Survey on Landfill Rehabilitation -

Koichi KUBOKURA

Summary

In Malaysia, it is said that there are about 170 landfill sites and only 10% of them is classified into sanitary landfill. Many landfill sites have been closed because of a rapid increase of the garbage generation according to a economic development and a population increase. Some problems of environmental pollution for underground water and the river water by the leachate water happened because of lack of appropriate countermeasure when closing. The technical cooperation concerning the safe closure and the rehabilitation of landfill site was requested to Japan as execution of the JICA development survey. The current situation of landfill site in Malaysia is reported through.

Key Words : マレーシア Malaysia, 廃棄物 Waste, 埋立場 Landfill Site,
国際協力 International Cooperation, 福岡方式 Fukuoka Method

はじめに

マレーシア全土には約 170 の一般廃棄物の埋立場があるが、スズ鉱山跡地の窪地を利用したオープンダンプによるものも少なくなく、衛生的な対策が施された埋立処分場は全体の 10% にすぎないといわれている。特に埋立処分場の閉鎖にあたっては、適切な処置がほどこされることがほとんどないために、廃棄物の飛散、悪臭やハエの発生、浸出水による地下水・河川水などの環境汚染が懸念されている。また、都市開発のために既に閉鎖された埋立処分場跡地を都市施設へ転用する需要も高まっている。

このような背景から、埋立処分場の安全な閉鎖と改善に関する適切な方法の検討及びガイドライン作成に関する技術援助が、JICA 開発調査の実施として日本に要請された。

埋立処分場の改善には準好気性埋立方式(福岡方式)が用いられる予定であるので、技術的見地から事前調査団員及び作業監理委員として調査に参加する機会を得た。両調査をとおして得られたマレーシアにおける廃棄物埋立場の現状について報告する。

派遣期間

1. 開発事前調査

平成 14 年 9 月 1 日～14 日

本格調査に関する情報収集及び現地踏査を行い、実施細則(S/W)及び協議議事録(M/M)を締結することを目的として派遣。

2. 開発調査現地作業監理調査

平成 15 年 2 月 12 日～2 月 19 日

開発調査開始時点での現地作業監理業務として派遣

マレーシアの一般廃棄物処理概要

1. 政治の概況

マレーシアの基本的統治構造は、連邦、州、そして地方の三層構造になっている。

連邦政府では住宅地方政府省(MHLG)が全ての窓口となり、政策・予算・技術指導・監視などを担当している。州政府は連邦政府の政策に従い、週内の地方自治体による一般廃棄物処理の実施・管理を担当しており、特に廃棄物処理に係わる用地については州政府が直接的に関

1 福岡市保健環境研究所 廃棄物試験研究センター

与している。

地方自治体は、人口・財政規模、都市化などの差により区分され、「市 (City Council)」、「市 (Municipal Council)」、「町 (District Council)」の三種類が定められており、これらを合わせると合計 144 自治体がある。地方自治体は、一般廃棄物処理を直接担当し、発生源に対する課税と処理サービス (収集・運搬・保管・処分) を実施している。

マレーシアでは、社会サービス事業の民営化国家計画のもとで、各種国家事業の民営化が進められている。この中で、年々ごみ処理に関わる費用が増大してきて自治体の財政を圧迫してきているため、民営化によりサービスの向上と運営の効率化を目指して、ごみ処理も民営化されつつある。

現在、中部・南部地域では民営化会社が地方自治体からの委託を受けごみ処理を行っている。しかし、北部地域・東マレーシアでは、サービス低下などを懸念して民営化移行に同意が得られなかったり、あるいは、企業体と委託費用の面で合意に達することができないなどにより、委託化されず、現在でも地方自治体がまだごみ処理を実施している状況である。

MHLG はごみ処理 (保管・収集・運搬・処理) の完全民営化を早期に実現するため、民営化実施における問題点を解決するための「戦略的ごみ処理マスタープラン」を作成中であり、既に最終段階に入っている。このマスタープランが作成されれば、ごみ処理の民営化は急速に進むと考えられる。

2. ごみの発生と処理

近年マレーシアにおいては各種産業の成長と人口の都市集中化、更に生活様式の変化に伴って一般廃棄物の量が急激に増加してきている。住宅地方政府省 (MHLG) の調査によると、1991 年から 1993 年の一般廃棄物の発生量は国民平均で $0.7\text{kg}/\text{人}\cdot\text{日}$ であったが、1994 年から 1999 年の間に $0.8\text{kg}/\text{人}\cdot\text{日}$ に増加し、2000 年には $0.88\text{kg}/\text{人}\cdot\text{日}$ となった。さらに今後は、2020 年まで年間

平均 3.2% の率で増加し続けると予測されている。

一般廃棄物の収集は、人力によって各家庭の前または集積場所でトラックに積み込むのがもっとも一般的な方法である。人力と油圧リフターを併用した半機械式の収集も一部では行われているが、機械の台数は限られている。

表 1 マレーシアにおける一般廃棄物の収集頻度

分 類	一週間の収集回数
一般住宅 (一戸建てなど)	3 回
一般住宅 (高層住宅)	6 回
地域ごみ集積場	6 回
商業施設	6 回
マーケット	7 回

収集の頻度は表 1 が原則とされるが、収集ルートの不徹底や運搬機械の頻繁な故障のため、実際にはかなり収集頻度が落ちているようである。

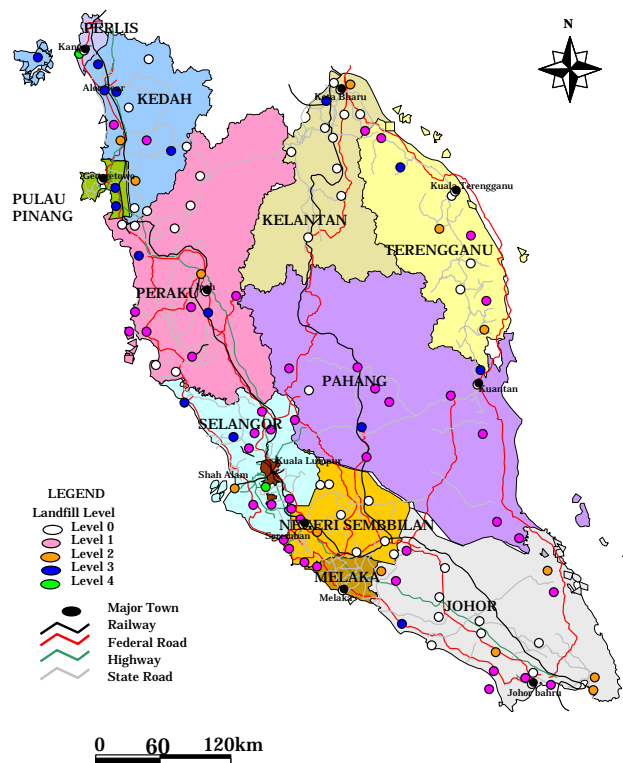


図 1. マレーシア半島における埋立場の分布

表 2 マレーシアの埋立処分場の分類

分類レベル	埋 立 場 の 特 徴	処分場の数	構成比率 (%)
0	特に管理もされていない単なるゴミ捨て場	83	49.4
	埋立の管理はされているが特に施設はない	50	29.7
	土手を作り計画的に埋立をして毎日覆土を実施している	21	12.5
	上記に加え、 浸出水集水管、ガス抜き設備などがあり、浸出水再循環管理を実施している	8	4.8
	上記に加え、浸出水の処理設備で処理を行っている	6	3.6
合 計		168	100

現在マレーシアにはごみ焼却場がないことと、リサイクル率が非常に低いことから、収集された一般廃棄物の全量が埋立処分場において処理されている。

埋立場の現状

1. 埋立場の概況

住宅地方政府省(MHLG)の2002年3月における調査に基づいて、半島マレーシアで稼働中の埋立処分場を地図に表すと図1のとおりであり、また、それらを処理レベルによって分類すると表2のとおりとなる。

この結果から、稼働中埋立処分場の約8割が特に施設を有しない埋立処分場であり、環境配慮が施された衛生埋立処分場は2割程度にしかすぎない。

一方、1988年における同調査によれば、マレーシア全土には230ヶ所の埋立処分場があったことが分かっている。従って、この15年間に於いて少なくとも62ヶ所の埋立処分場が閉鎖されたことになるが、閉鎖においても簡単な覆土を行う程度の対策しか採られておらず、周辺環境に対する影響が懸念されている。従って、今後、埋立処分場の安全閉鎖と閉鎖された埋立処分場の改善も緊急を要する課題となってきた。

2. 既存埋立場の現状

1) タマンブリング(Taman Bringin)埋立場

首都クアラルンプールでは、これまで多くの埋立場が設置されてきたが、そのほとんどが廃止されて現在稼働しているのは本埋立場のみである。

Taman Bringin埋立場は、クアラルンプールの北部に位置する広さ8haの埋立場で、1997年9月に埋立が開始され1999年12月に閉鎖される予定であった。搬入されるごみ量は一日あたり1800トンであり、満杯に近い状況であるが、代替のプチョン処分場の設置が遅れているため、閉鎖予定時期を過ぎても使用が継続されている。現在は、主として粗大ごみや不燃物を埋め立てており、可燃ごみは本埋立場に隣接して新設されたごみ中継基地を経由して、域外のRawang処分場で処分されている。

現在のTaman Bringin埋立場は、写真1,2に示すように、ごみの高さが80mの高さまで積み上げられており、小高い山のような状態となっており驚くべき風景である。高速道路の沿線にあり、すぐ近くには高層アパートが建設されているため、周辺に対する環境影響が懸念されている。海外からの廃棄物関係者の間では有名な場所となっており、さながら観光スポットといったところである。

現在埋立が行われているのはごみの山の最上部であるが、悪臭がひどく、ハエやカラスが非常に多い。ブルドーザー等の重機により搬入されたごみの処分を行っている



写真1 Taman Bringin 埋立場の遠景



写真2 Taman Bringin 埋立場のごみ層は厚さ80mにも達する



写真3 埋立場の頂上の様子。後に高層住宅群が見える



写真4 埋立場で作業している多くのスカベンジャー達



写真5 埋立場から付近の川へ黒い浸出水が流れ出しているが、覆土は毎日行われていないようである。写真3,4に見られるように200人前後のスカベンジャーが、搬入されたごみの中から、金属やプラスチックの有価物を回収しているのが印象的であった。また、高層アパートが、そのすぐ後まで迫ってきているのも分かる。

浸出水に対しては、周辺に設置された貯留池で機械攪拌式による曝気処理が行われているのみであった。しかし、この曝気処理後の河川への放流地点において、水質を確認することはできなかった。ごみ埋立量増加に伴う浸出水量の増加と環境面への配慮から新しい凝集処理設備を備えた浸出水処理施設が建設されていたが、まだ稼働していなかった。このように浸出水に対する対策がある程度施されているものの、全ての浸出水を集めることはできず、写真5のように一部の浸出水は無処理のまま近くの池に流れ込んでいた。今後、本埋立場の閉鎖後の管理を適切に行っていくためには、埋立場内や周辺における浸出水を適切に集め処理していくことが必要であると思われる。

埋立場発生ガスについては、埋立ごみの山の斜面にガス抜き管が所々に設置されて、埋立層内のガス抜きがなされているようであった。埋立場を管理している会社では、埋立終了後にメタンガスによる発電等の計画もあるようであったが、具体的な段階には至っていなかった。

2) アンパンジャジャール(AmpangJajar)埋立場

マレイ半島北西部に位置する都市スランブライ市にある埋立場で、広さは17haである。1989年以前はオープンダンプの埋立場として使用されていたが、JICA日本人専門家による技術指導により準好気性(福岡方式)による技術協力が行われ、埋立場管理事務所やごみ搬入量トラックスケールなどが導入された。また、福岡市が1998年



写真6 AmpangJajar埋立場の様子



写真7 AmpangJajar埋立場浸出水曝気処理池



写真8 活性炭やよし繊維を利用した浸出水浄化装置



写真9 浸出水処理後の放流口。ほとんど色が残っていない

からイポー市等で実施している姉妹都市交流による埋立技術協力によっても、本埋立場に対して準好気性埋立技術の技術移転が行われている。

このため、埋立場の衛生管理が十分なされるようになり、写真 6 のように埋立ごみの覆土も定期的に行われており、ガス抜き管や浸出水集水管の設置もなされている。しかし、のり面の覆土が十分でなくごみが露出しているところも多々見られ、今後の管理上の問題とされる点であると思われる。といっても、マレーシアの中で見た埋立場の中では一番よく管理されている埋立場の一つであると思われた。

現在、1 日あたり 400 - 450t を処理しているが、2003 年 3 月に閉鎖される予定となっている。ごみ層の高さは約 15 m の高さまで積み上げられており、現在ごみが搬入されている地点では 10 人程度のスカベンジャーが有価物の回収を行っている。埋立物は主として生ごみや不燃物であるが、場所により近隣の工場からの焼却灰と思われるようなものも搬入されていた。

浸出水については、集水管により処理池に集められて写真 7 のように曝気処理が行われていたが、曝気量は貯留水量からすると少ないようであった。浸出水の色は黒褐色を呈しており BOD も高いようであったが、特に悪臭を帯びている程ではなかった。曝気処理に続いて、本埋立場ではヤシ繊維と廃活性炭による過処理が行われていた。これは、近くにあるパーム油工場から出る廃棄物を再利用したものであり、廃活性炭が充填された大型のパケツを写真 8 のように 2 - 3 段に重ねて過処理を行っているものである。この廃活性炭はどこでも利用できるわけではなく、埋立場の立地の良さに起因していると考えられる。廃活性炭の後は河川に放流されているが、写真 9 のように放流水の色度は非常に低く、処理が十分に行われているように感じた。

当埋立場は閉鎖時期も迫っているが、埋立場が市街地から近く管理も十分されていることに加えて、隣接して公園があるため、埋立終了後は全体を大きな河畔公園として整備する計画が進められている状況であった。

3) プラウブルン(Pulau Burung)埋立場

マレー半島北西部にリゾート観光地として有名なペナン島がある。ペナン島には元々島内に埋立場があったが、人口増やごみ量の増加に伴いその埋立場は閉鎖された。これに伴い、島内のごみは海峡を挟んだ対岸のスランブライ市にあるプラウブルン埋立場で処理されている。本埋立場の本格稼働は 1997 年であり、埋立場の広さ 33ha、一日の処理量は 1100 トンである。ペナン島のごみは、写真 10 のようにコンテナにより船で埋立場の港に頻繁に運ばれて来ている。

本埋立場は、当初より準好気性(福岡方式)により設計



写真 10 Pulau Burung 埋立場の海上搬送ごみ受入の様子



写真 11 Pulau Burung 埋立場の埋立中の様子。ごみが水に浸かっている



写真 12 埋立終了地区の浸出水曝気処理池



写真 13 浸出水埋立地循環処理施設。返送管は後の方にも伸びている

されて施設が整備されてきている新しい埋立場である。現在ごみ埋立が行われている区画では、写真 11 で分かるように底部集水管やガス抜き管が設置されているのが分かる。しかし、スコールの翌日とはいえ埋立場底面に池のように水が貯まり、ごみも一部水に浸かっているのが気になった。集水管に傾斜が付いていないあるいは浸出水貯留池水面が高いため、浸出水が十分に抜け切れていないものと思われた。これ以外にも全般的に埋立場内の至る所に水が貯まっており、場内の敷地勾配を適切に設計することによる、雨水排除や浸出水排除が今後の改善点であると思われた。

本埋立場の一部の区画では既に埋立が終了しており、最終覆土が十分なされておりごみが散乱しているような箇所は見あたらなかった。浸出水は、写真 12 のように曝気による酸化処理が行われており、一部の浸出水は埋立場ガス抜き管周辺へ写真 13 のように再循環が行われていた。覆土がなされている面積に比較すると、浸出水処理池は小さいように感じた。ガス抜き管へ循環されている浸出水の外観は黒褐色であるが、実際に浸出水を近くで見たところその色は薄く、BODはそれほど高いようには思えなかった。浸出水の外部への放流口は確認することはできなかった。

4) ジャボール(Jabor)埋立場

半島東部海岸に位置するクワンタン市で唯一稼働している埋立場であり、広さ 57ha という大きさに 3 つの区画に分けて埋立処分されている。第 1 の区画は既に 1999 年に埋立が終了しており、第 2 の区画はもっとも大きな区画で、写真 14、15 のように現在埋立中の部分である。第 3 の区画は写真 16 のように現在遮水シートの施工工事中であり、一般廃棄物ではなく汚泥などの産業廃棄物系の廃棄物埋立処分を行う予定である。

現在埋立処分中の区画は基本的には準好気性の構造ではあるが、集水管やガス抜き管の設置が敷地の大きさに比べて不足しているようである。このため、浸出水の引き抜きが十分に機能していないようで、埋立場内に浸出水が貯まっていた。そこで、現在、埋立ごみ層を掘り進みながら、有孔の集水管やガス抜き管を写真 13 のように敷設して埋立場の改善を実施している段階であった。

浸出水は、写真 17 のように埋立場敷地内の処理池に集められ、機械式攪拌による曝気処理が行われていた。浸出水の色は黒褐色を呈していたが、実際に試験管に採ると色度は低かった。また、貯留槽の中にはカエルが多数泳いでおり、浸出水自体の水質は良好であると思われた。持参したバックテストで COD を測定したところ、 20mg/L 以下であり、硝酸性窒素及びアンモニア性窒素も低かった。この状態であれば、処理をしないで河川に放流しても



写真 14 Jabor埋立場の様子



写真 15 ごみ層を掘り上げ浸出水集水管を埋設する改善工事



写真 16 工事中の遮水シートを貼った新しい埋立地
産業廃棄物を受け入れる予定



写真 17 浸出水曝気処理池。多くのカエルが泳いでいた。

問題のないレベルであった。一方、現在埋立中の部分に浸出水が貯まった部分の水質は、CODが 250mg / L以上あったので、浸出水の集水が十分機能していないということが考えられた。現在行われている改良工事により、この状況が改善されることが望まれる。

廃棄物問題の動向

マレーシアでは経済発展に伴い廃棄物の排出量が年々増加しており、ごみ量だけでなくごみ質も先進国並みとなっている。このような状況の中で、マレーシアにおける多くの都市で稼働中の埋立場が計画より早く満杯となり、閉鎖される状況に追い込まれている。新たな埋立場建設計画の立案と候補地の選定に苦慮しているところである。

このため、発生廃棄物量を減らすために、MHLGはリサイクル運動を積極的に推進している。写真18はこのリサイクル運動のポスターであるが、発生するごみで国中が埋まってしまうということを表しているようである。リサイクル推進の一つの手段が、写真19、20のような分別回収ボックスの設置である。このボックスは、3種類のごみを分別して回収するようになっており、回収しているものは、びん、紙、スチール・アルミ缶である。MHLGはこの分別回収ボックスを全国に配布しており、写真19の世界一番の高さを誇るビルの前をはじめとして、市街中心部から郊外まで至る所に設置されていた。地域によっては、分別回収ボックスだけでなく、写真20のように回収ステーションが設置されているところもあり、分別回収運動が盛んとなっている。オフィス街では収集した紙を、写真21のように回収している様子も見られた。

回収された資源は、写真22、23のようにリサイクル業者の工場に搬入されて更に分別された後リサイクルに回されているようであるが、今回はその詳細まで調査することはできなかった。このようにリサイクル活動が推進されているものの、廃棄物全体に対するリサイクル率は1～2%に留まっており、非常に低い状況である。発生廃棄物量の増加と残存埋立場容量および将来の用地の確保などの点から考えて、リサイクル率を更に上昇させることが、同国の今後の課題であると考えられる。

リサイクルと並行して、クアランブールでは焼却場の建設が計画されている。1日あたりの焼却能力が1200トンの焼却場で、完成予定が2006年である。この時点でのクアランブールのごみ排出量は2900トンと試算されているので、4割程度が焼却可能となる計算である。しかし、焼却場建設の候補地では地元住民の激しい反対運動が起こり、やむを得ず候補地の変更を決定する事態となってしまった。新しい建設予定地については、現在もまだ紛糾状態であり、結論が出るまでに紆余曲折が予想される。たとえ、焼却場が建設されても、その後の施設の運転管理に対する人材問題や財政的な問



写真 18 政府が作成したごみ減量運動のポスター



写真 15 全国至る所に設置されているリサイクルボックス
写真はクアラルンプールの中心の高層ビル



写真 16 マラッカ市近郊の分別回収ステーション。日曜日などに空く



写真 17 オフィスビルで分別回収された紙の回収作業

このような状況の中で、廃棄物問題に取り組む政府職員、大学関係者や民間企業従事者などの数は着実に増えつつある。また、彼らの技術力も充実してきていることから、マレーシアにおける廃棄物問題の解決につながっていくも

のだと期待される。

これからのマレーシアと日本の廃棄物関係技術協力の発展とその成果に期待したいと思う。



写真 17 マラッカ市近郊の資源分別工場
回収してきた紙を処理する工程



写真 18 同じマラッカ市近郊の資源分別工場
金属を処理しているところ



参考写真 政府が作成したごみ減量運動の違うポスター。このようなポスターが何種類もある。

ポスターの中には、「Eventually our living space will go to the dumps」と書かれている。

ポスターの下には、以下のように書かれている。

「We produce 15,000 tonnes of rubbish everyday. And we are running out of space to dispose of them. Recycling is the only way to overcome this problem. It is easy. Just separate paper, plastic, glass, aluminium and other metals from your rubbish and send it to the nearest collection centre or recycling bins available. Let's make the effort to ensure that you and your children will have a healthier and clearer environment」