

循環型社会とコベネフィット CDM への挑戦

福岡方式

準好気性埋立構造とは？

環境シンボルキャラクター
「エコッパ」



福岡市の頭文字「F」の形をした手をかざし、環境を守ろうと「葉っぱ」が地球を見渡しています。

コベネフィット(相乗便益)CDMへの挑戦とは、温室効果ガスの削減と同時に水質汚濁、大気汚染、廃棄物の環境問題の解決を目指した事業。

表紙デザインの意図

「福岡方式」は環境に配慮した埋立方式ということで、「空・地・緑」を具体的に示して「地球にやさしい」イメージとしました。また、埋立後は緑地や運動場などに活用もできることから、植物が芽吹く写真で「福岡方式」が安全でクリーンな方式であることを印象づけています。

■ 監修／福岡大学

発行 平成25年3月
福岡市環境局施設課
TEL092 (711) 4312

再生紙を使用しております。

福岡市環境局





準好気性埋立構造を採用している福岡市の中田埋立場(2013年)

埋立範囲
(福岡市消防局 提供)

世界規模で注目される 福岡方式(準好気性埋立構造)

I. 準好気性埋立構造＝福岡方式とは

①開発経緯・福岡市と福岡大学の協力

準好気性埋立構造は、花嶋正孝現福岡大学名誉教授が、福岡市の協力を得て実施した実験結果などを踏まえ、研究開発した技術です。

福岡市は、生ごみ主体の埋立場からの汚濁水や臭気などの問題を抱えていましたので、昭和40年代後半から福岡大学と共同で、浸出水の浄化を目的に埋立地改善の実験を始めました。

昭和48年から3年間にわたって福岡市と共同で実施した久山埋立場の大規模実験の結果を踏まえ、準好気性埋立構造の基本概念が花嶋正孝現福岡大学名誉教授により提案され、昭和50年に建設した新蒲田埋立場で実用化に成功しました。この方式は、日本各地の埋立場で採用され、昭和54年に制定された旧厚生省(現環境省)の最終処分場指針で日本の標準構造として採用されました。

その後、準好気性埋立構造は「福岡方式」と称され、福岡市は福岡大学と共同でアジア太平洋地域を中心に、研修生の受け入れや海外へ技術者を派遣し、埋立場の改善など国際環境協力を行っています。

平成23年7月には、準好気性埋立構造「福岡方式」による既存埋立場の改善が国連気候変動枠組条約で規定するグリーン開発メカニズム(CDM)の新たな手法として、認定されました。



福岡大学における埋立模型槽による実験
(1974年)



日本における最初の準好気性埋立場(新蒲田埋立場)(1975年)



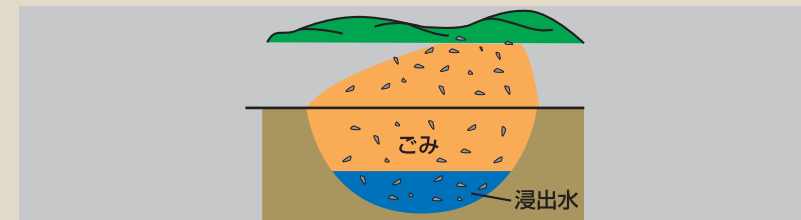
久山埋立場における現場実験(1974年)
〈左側…好気性埋立、右側…準好気性埋立〉

②埋立構造の分類

埋立構造による分類とは、埋立廃棄物層内の微生物環境に着目して埋立地を5分類^(※)したものです。埋立廃棄物層内が好気的であるほど、浸出水中の汚濁成分濃度は早期に低下し、同時にメタンや硫化水素などのガスの発生量も低下し、埋立地が早期に安定化することが明らかとなっています。

図-1 埋立構造の分類(5分類のうち主要な3分類を示す)

嫌気性埋立

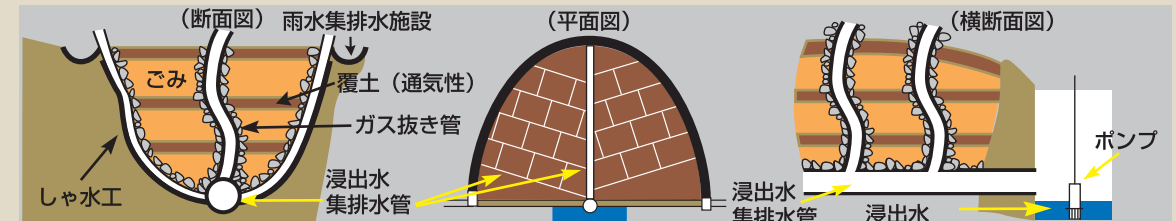


平地を掘削し、あるいは谷部に廃棄物を投棄したもので、廃棄物は水びたしの状態であり、かつ嫌気的です。

※埋立構造の5分類とは

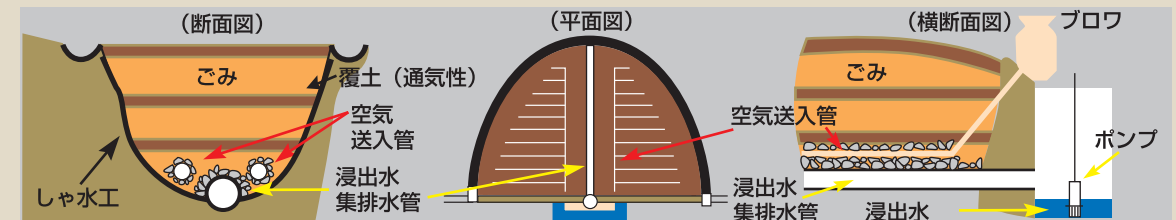
1. 嫌気性埋立
2. 嫌氣的衛生埋立
3. 改良型嫌氣的衛生埋立
(改良型衛生埋立)
4. 準好気性埋立
5. 好気性埋立

準好気性埋立



浸出水集排水管(集排水管)に十分な大きさの断面を持たせ、その開口部は大気に接しており、かつ集排水管の廻りを栗石等で巻いた構造です。ごみ層内部の含水率は小さく、集排水管よりごみ層内部に空気が自然に供給され好気性的状態となります。

好気性埋立



準好気性埋立の集排水管のほかに空気送入管を設け、これを通じて強制的に空気を送入し、ごみ層内部をさらに好気性的状態にした構造です。

※浸出水集排水管(集排水管)の効果

集排水管の効果を要約すると以下のとおりです。

- (A) 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、空気が入りやすくなることから、好気的な領域が拡大します。
- (B) 好気的領域が拡大し、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ます。
- (C) 栗石と有孔管の併用により、有孔管の強度を補完すると同時に、空気の拡散を効果的にするため、浸出水の水質が改善されます。
- (D) 埋立底部より50cmの高さに敷設された浸出水集排水管と直径5～15cmの栗石を組み合わせることにより、集排水管の目詰まりが少なくなります。
- (E) 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します。

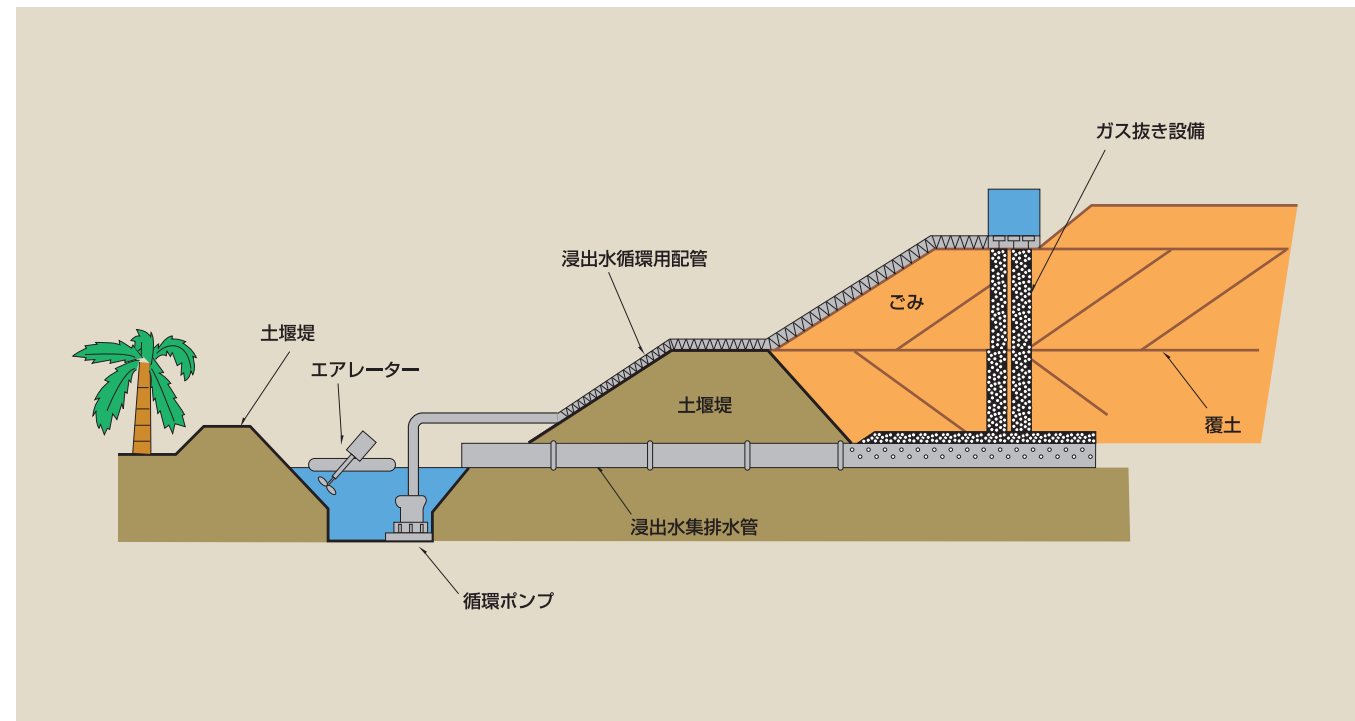
Ⅱ. 循環式準好気性埋立

循環式準好気性埋立とは、集水した浸出水を埋立地に返送することによって、廃棄物層が本来有する浄化能力を最大限に利用して埋立地内部で浸出水を浄化し、同時に埋立廃棄物を早期に安定化させようとするものです。

本構造の特徴は、浸出水を循環させることにより、①微生物の集積が計られ、微生物の活性が高められることにより、埋立地の早期安定化に寄与すること、②硝化・脱窒反応が促進され、有機成分と同時に窒素成分がよく除去されること、そして③浸出水量の変動を抑制したり削減が可能になることです。

本構造は、準好気性埋立地の機能を拡大発展させ、さらに埋立地に制御機能を持たせるために開発されました。特に、浸出水中の汚濁物濃度の高い発展途上国において普及が期待されます。

図-4 循環式準好気性埋立システム



Ⅲ. 浸出水処理

家庭から排出される生ごみなどの有機性ごみを埋立処分すると発生する浸出水は、極めて高濃度の汚水となることがあります。嫌気的な埋立では、浸出水のBOD濃度やCOD濃度で数千～数万ppmのオーダーになることもあります。このような高濃度の浸出水を処理施設で処理し、一定の基準値以下にするには多大な費用と時間がかかります。したがって、まず、埋立地を準好気性埋立構造にし、埋立地の浄化機能を活用して浸出水の浄化を図ることが必要です。

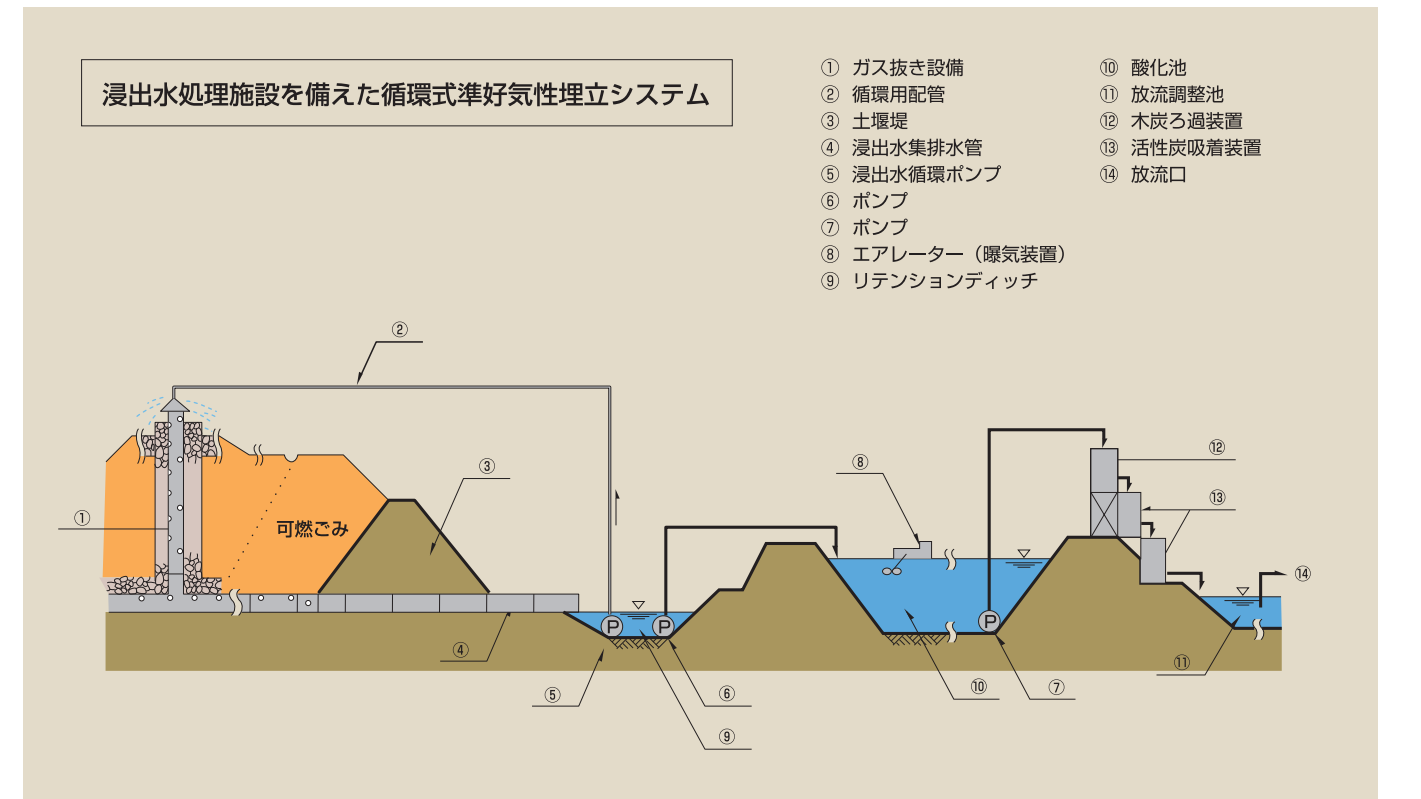
埋立地を循環式準好気性埋立構造とすることにより、さらに浸出水の浄化を促進させることも検討する必要があります。

浸出水の処理は生物処理と凝集沈殿の組み合わせが有効です。生物処理においては、窒素分を除去することも可能です。凝集沈殿処理では凝集剤を添加し、弱酸性領域 (pH=6.5程度) で処理すると効率的にCOD成分が除去できます。

本格的な浸出水処理施設を建設するまでの暫定的な処理としては、浸出水を埋立場に循環した上で、リテンションディッチでの曝気 (エアレーション) や簡易的な凝集沈殿及びろ過吸着処理の組合せが効果的です。

ここで、マレーシア国スランプライ市アンパンジャジャル埋立場で採用された処理フローを紹介します。スランプライ市では、浸出水を埋立場に循環し、酸化池でエアレーションした後、以前は埋立処分されていた活性炭による吸着処理を行っています。この活性炭は商品価値のない廃活性炭が埋立処分されていたものを有効活用したものです。

図-5 アンパンジャジャル埋立場 (マレーシア国) 浸出水処理フロー



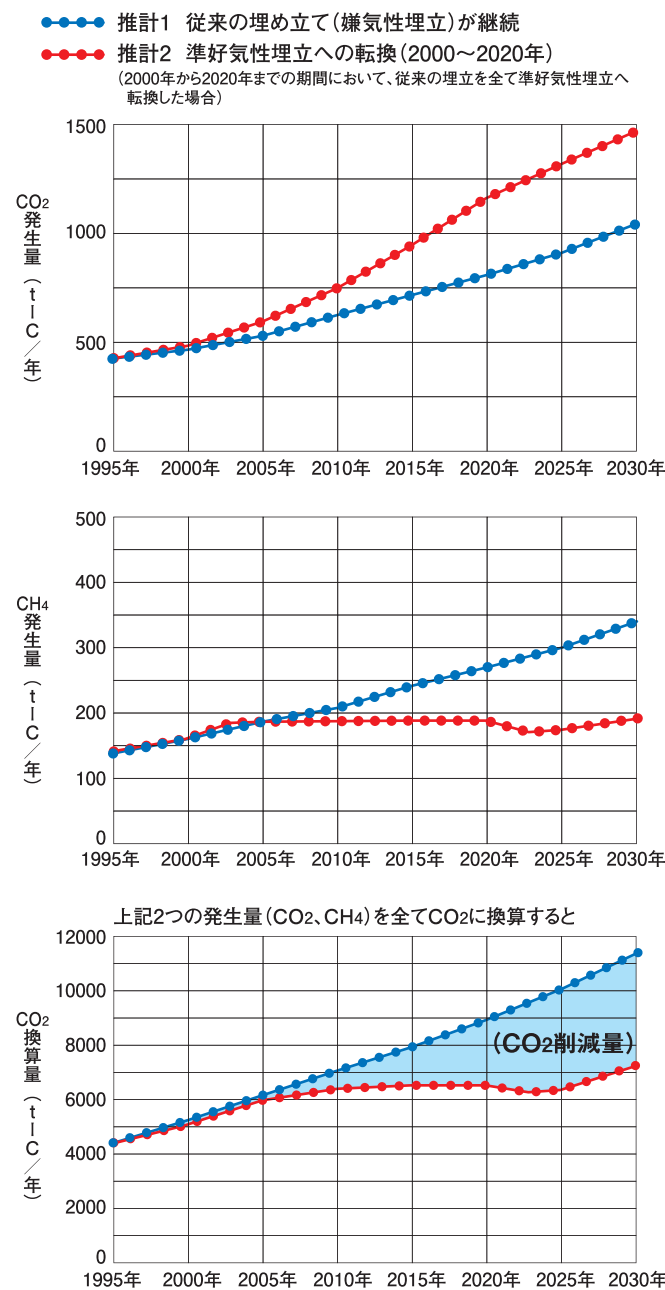
Ⅳ. 温室効果ガス抑制効果

可燃ごみを使った実験から「福岡方式」によるごみ埋立は嫌気性ごみ埋立に比べて温室効果ガスを50%以上削減できることがわかっています。

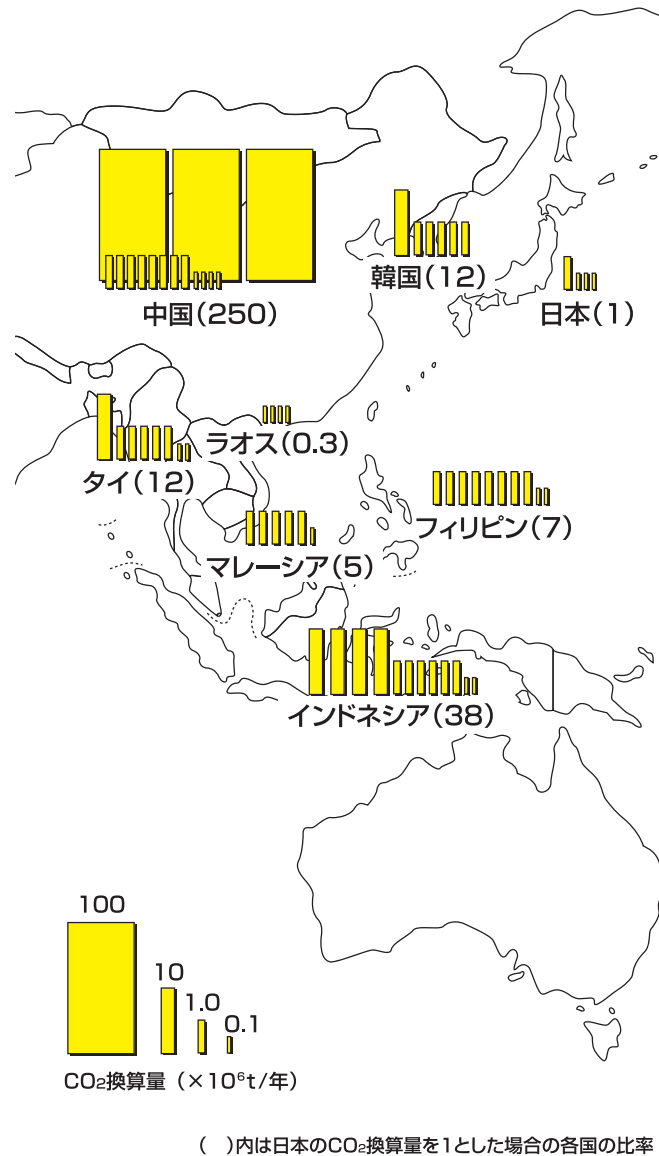
「福岡方式」(準好気性埋立)は嫌気性埋立に比べて酸素が供給されるために有機物の好気性分解が促進されます。供給された酸素は、ごみ固形中の炭素(C)と結合し、炭酸ガス(CO₂)を生成し、埋立場上面から出ていきます。嫌気性埋立は酸素が供給されないため、埋立初期にごみと共に混入した酸素が消費されると、嫌気的なメタン発酵期に移行し、メタンガス(CH₄)と炭酸ガスが発生します。

温暖化への影響が大きいメタンガスの発生が抑制されることと、分解の促進によってガス発生の期間が短くなることにより「福岡方式」は嫌気性埋立に比べて温室効果ガスの発生を削減することが可能です。

◎埋立地からの温室効果ガス発生量の削減効果 (マレーシア国の場合)



◎アジア諸国における埋立場からのCO₂、CH₄発生量(2004年)(CO₂換算量)



出典:上記2つとも「福岡大学 修士論文 小林栄己」

Ⅴ. 国際協力機構(JICA)との連携

福岡市は国際協力機構(JICA)と連携して、廃棄物埋立技術のアジア太平洋諸都市への技術移転を進め、廃棄物最終処分場に起因する環境汚染の軽減やメタンガス削減の取り組みに協力しています。

その取り組みの一つとして、JICAからの要請により、平成17年度から平成20年度にかけて「パキスタン廃棄物処理対策能力向上」を実施しました。パキスタンで廃棄物処理に携わる管理監督者及び実務者を受入対象とし、福岡大学と福岡市の技術者が、埋立地の適切な選定、「福岡方式」による埋立地の建設技術、埋立地の運営管理・環境管理、埋立地の安全な閉鎖技術、埋立地の改善方法等について、事例視察や実技研修を交えながら約1ヶ月間指導を行いました。また、廃棄物の収集運搬や循環型社会の構築等についても研修を行っています。途上国の埋立技術の指導のため福岡市の職員の派遣もっており、これまで11ヶ国、75名の技術者を派遣しています。また、国内研修の拠点として海外からの見学者は70ヶ国以上、約4,000名が埋立場を見学しています。



埋立場での職員による福岡方式の講義



廃タイヤを利用した堅型ガス抜き施設の施工実習(2008年)



竹を利用した浸出水の集排水管の施工実習



廃タイヤを利用した浸出水集排水管の施工実習



ガス抜き管からの発生ガスの測定実習(2012年)



埋立機械の点検実習

Ⅵ. マレーシアにおける埋立地の改善 (福岡方式のローコスト型の技術移転)

1988年から国際協力事業団(JICA)の専門家としてマレーシア国に派遣された松藤康司福岡大学教授は、マレーシア国スランプライ市の最終処分場の改善に現地調達できる竹や廃ドラム缶などの資材を使って、循環式準好気性埋立構造に改善することを考案、実用化されました。東南アジア地域での福岡方式の初めての試みで、廃棄物分野の技術移転の成功事例として高く評価されています。



改善前のアンパンジャジャル埋立場(1988年)



改善中途の埋立地



改善されたアンパンジャジャル埋立場(1996年)



改善中途の埋立地



多目的酸化池での曝気(1996年)



竹や廃ドラム缶を使った循環式準好気性埋立地



廃ドラム缶を使ったガス抜き設備



ガス抜き設備の効果により、植生が回復



浸出水処理設備(パイロットプラント)



廃活性炭を使用した吸着処理



浸出水(1:原水、2:曝気後、3:ろ過・吸着処理後)

VIII. 清華大学(中華人民共和国)及び 福岡大学との技術協力協定の締結

中華人民共和国の清華大学(北京市)は、中国において経済発展に伴い増大しているごみ処理の問題を抱える中で、同大学が福岡大学と拠点大学交流事業を実施している関係から、本市の中田理立場を視察し、「福岡方式」(準好気性埋立)が中国の中小都市への導入に適しているとして、本市に「福岡方式」の中国への普及に向けた協力依頼がありました。2003年11月7日に、「清華大学-福岡市-福岡大学による廃棄物処分技術「福岡方式」の普及等を含めた環境分野における技術協力協定」を締結し、清華大学が中国への普及の第一歩として雲南省蒙自県で建設する「福岡方式」による埋立場の技術協力が始まりました。



整備前の埋立地の状況(ごみが自然発火している)(2003年)



完成した埋立場(2007年)



清華大学・福岡市・福岡大学による技術協力協定調印式
(清華大学において)(2003年)



清華大学環境訪問団による福岡市長表敬(2004年)

VII. 国際連合人間居住計画(国連ハビタット) との連携による中国での技術協力

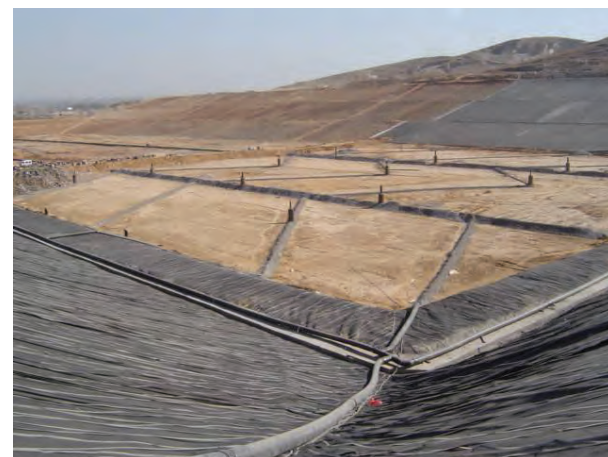
アジア太平洋地域の人間居住環境の改善に取り組んでいる国際連合人間居住計画(国連ハビタット)福岡事務所は、「福岡方式」(準好気性埋立)を中国山東省のウェイファン市に導入するプロジェクトを立ち上げ、中華人民共和国建設省との間で2001年8月に覚書を締結しました。福岡市は、本市が有する廃棄物埋立技術を活用し、アジア太平洋地域の都市問題の解決に向けた国際協力を積極的に取り組むことは「アジアへの貢献」のひとつと考え、国連ハビタット福岡事務所からの本市に対する多方面にわたる技術支援の依頼を受け、現地に職員を派遣しています。



遮水シート施工前の法面の整形(2002年)



埋立場建設予定地の調査(2001年)



完成した埋立場(2003年)



埋立中(2003年)



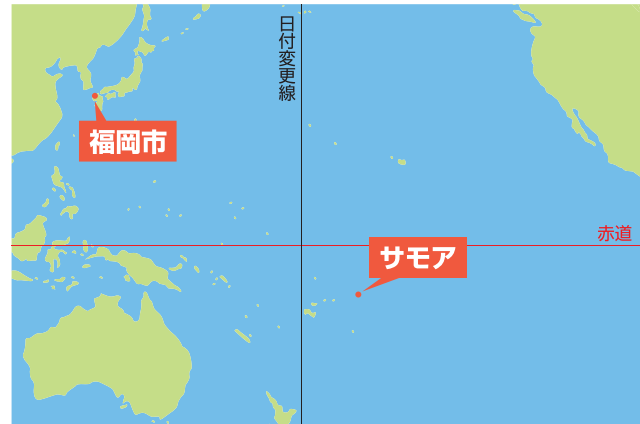
設計協議(2002年)



発生ガスのモニタリング(2004年)

Ⅸ. サモア独立国における埋立場改善

サモア独立国より、JICAを経由し福岡市及び福岡大学に対して「福岡方式」による埋立場改善の協力依頼がありました。2004年からは福岡市がJICAの長期専門家として国際機関SPREP(南太平洋地域環境計画)へ職員を派遣し、サモアや周辺諸国の埋立場の改善指導や人材育成を行いました。本改善事例も環礁地域のモデルサイトとして評価されています。



改善前の埋立場の状況(2001年)



改善前の埋立場の状況(2001年)



福岡方式に改善中の埋立場(2003年)



浸出水原水と改善後の浸出水原水(2005年)

Ⅹ. 広がる福岡市の環境行政交流・技術協力

福岡市では、JICAからの協力要請や国連ハビタットとの連携による技術協力の他にも、友好姉妹都市であるマレーシア国イポー市、中華人民共和国広州市と環境行政交流を行いました。現地において、セミナーやワークショップ等を開催し、埋立場改善の手法の講義や実験、実技指導などを行いました。

また、ベトナム国ハノイ市においては、「福岡方式」によるナムソン埋立場改善のための協力要請があり、(財)自治体国際化協会の平成16年度自治体国際協力促進事業(モデル事業)を活用して職員をハノイ市に派遣し、「福岡方式」のセミナーや実技講習会を実施しました。



環境行政交流における会議(中華人民共和国広州市)(2003年)



環境行政交流における意見交換(マレーシア国イポー市)(2002年)



鹿ドラム缶を使ったガス抜き管の施工(ベトナム国ハノイ市ナムソン埋立場)(2005年)



実技講習会終了後(ベトナム国ハノイ市ナムソン埋立場)(2005年)

Ⅵ. ベトナムにおける埋立地の改善 (廃棄物埋立管理技術の能力向上支援)

平成17年度～20年度に協力を行った「ベトナム国ハイフォン市都市環境改善事業」(円借款案件)において、ごみの収集・運搬の効率的運用とごみ手数料の収納システムの改善提案で成果を上げた一方、収集されたごみは適切な埋立処分がなされていない事から浸出水による環境汚染が問題となっていました。

このため、平成22年度からJICA草の根技術協力事業「ベトナム国ハイフォン市の廃棄物埋立管理技術の能力向上支援」を3年間実施しました。

また、平成24年度から課題別研修「準好気性埋立(福岡方式)処分場の設計・維持管理」を3年間実施しています。



ハイフォン市ディンブー埋立場 改善前の状況(2010年)



浸出水調整池 トルネード設置※(2012年)
※浸出水に渦を作り空気と混合し調整池を攪拌する装置



ハイフォン市ディンブー埋立場 福岡方式による改善状況(2011年)



浸出水調整池 ECO-FAN※完成(2012年)
※風力を利用し廃材等で作った調整池攪拌装置



ハイフォン市ディンブー埋立場 改善後の状況(2012年)
(植生が回復)



ハイフォン市、ハイフォン都市環境公社、福岡大学、(財)ふくおか環境財団、福岡市の5者による協力関係の進め方に関する覚書を締結(2012年)

Ⅶ. クリーン開発メカニズム(CDM)に認定

廃棄物の埋立技術である「準好気性埋立構造(福岡方式)」による既存埋立場の改善が、国連気候変動枠組条約(UNFCCC)で規定するクリーン開発メカニズム(CDM)の新たな手法として、認定されました。

2011年7月15日にモロッコで開催された第62回国連CDM理事会において、この「福岡方式」による既存の埋立場で発生するメタンガスの発生自体を抑制する方法が、カーボンクレジット(先進国間で取引可能な温室効果ガスの排出削減証明)を認める新たな手法として認定されました。

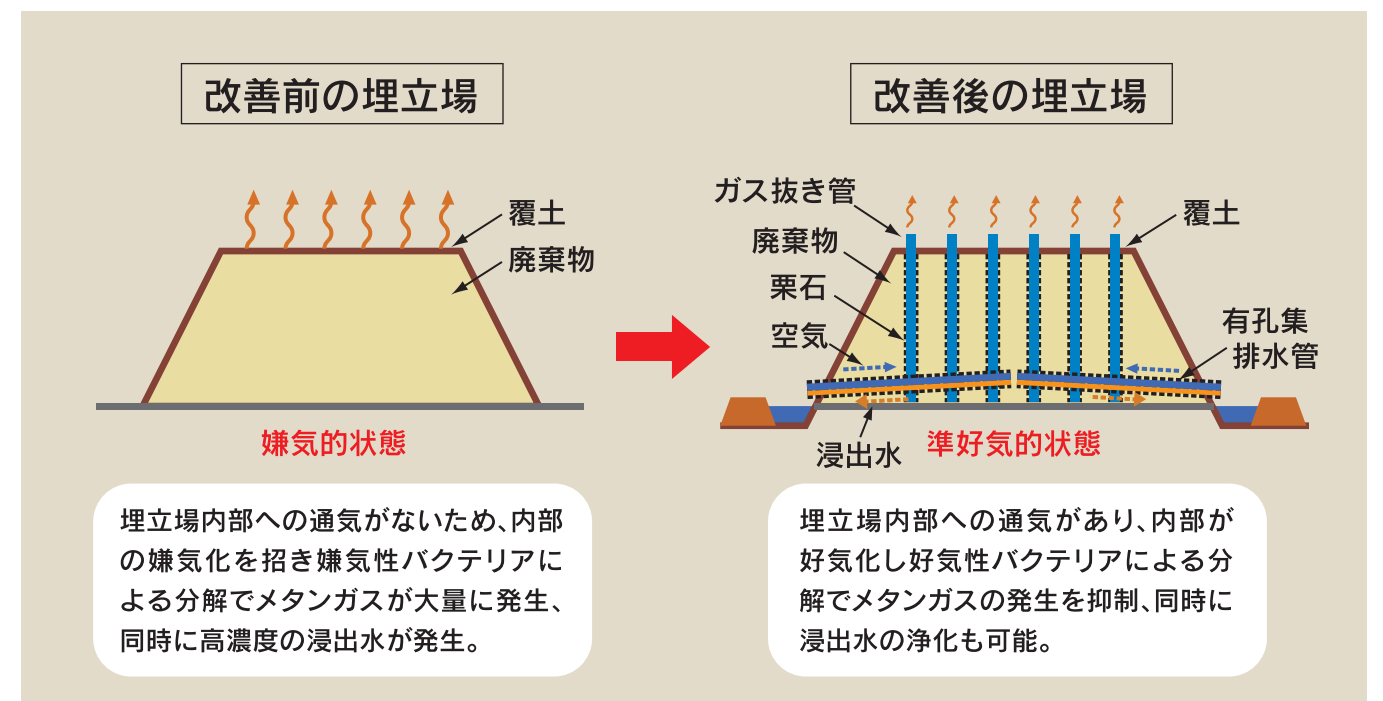
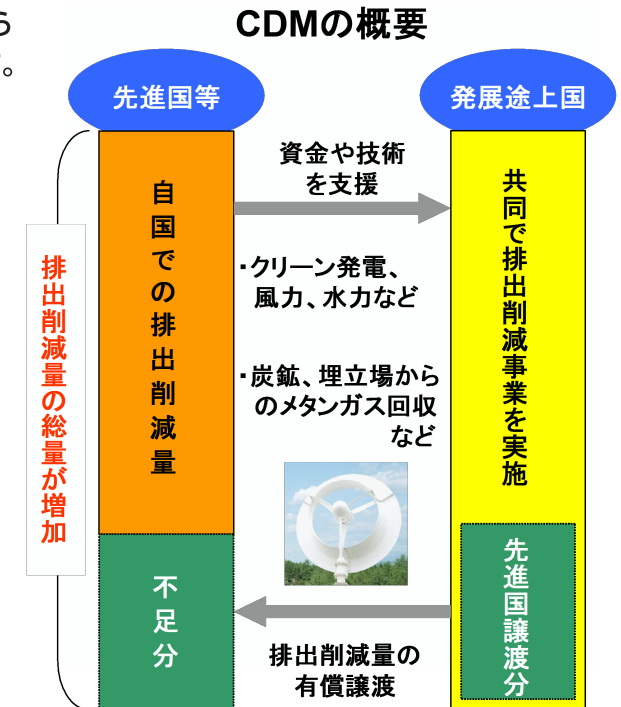
■国連気候変動枠組条約(UNFCCC)のトップページから以下の検索コードを入力すると詳細資料が表示されます。
AM 0093: Avoidance of landfill gas emissions by passive aeration of landfills.

■クリーン開発メカニズム(CDM)とは

1997年に採択された「京都議定書」の中で規定された温室効果ガス(GHG)削減のための政策的手法「京都メカニズム」の一つです。先進国と発展途上国が共同で、途上国における温室効果ガスの排出削減などの事業を行い、途上国の環境保全的な開発に役立てると同時に、この事業によって生じる排出削減量を先進国に有償譲渡し、先進国の温室効果ガスの削減量に繰り入れる制度です。

国連が承認した風力、水力などクリーン発電や炭鉱、埋立場からのメタンガス回収などのプロジェクトに適用されています。

●埋立場の改善事例(「福岡方式」への改善)



XIII. 埋立後の跡地利用

- 「福岡方式」による埋立地は、他の埋立方式と比べ、埋立終了後、早期に埋立地が安定化するため、跡地は、長期にわたる環境モニタリングと安全対策を十分に行って農地として利用されたり、テニスコートなど運動公園、学校用地等として整備されています。
- 平成22年4月には、様々な事情で家族と暮らせない子どもたちのための施設で、世界的に活動中のNGO「SOSキダードルフ」による『子どもの村 福岡』がオープンしています。
- 埋立場内の法面や緑地を有効活用して大規模な太陽光発電も行っております。

施設概要
 名称：今津埋立場
 埋立容量：1,687,000t
 埋立開始：昭和50年2月
 埋立終了：平成11年9月

埋立が終了した今津埋立場跡地利用状況

今津運動公園 平成4年4月開園



日本初のSOSキダードルフ
 「子どもの村 福岡」 平成22年4月開村



市民リフレッシュ農園
 平成7年8月開園



福岡市立今津特別支援学校
 平成元年4月開校

(福岡市消防局提供)

東部(伏谷)埋立場の利用状況



グラウンドゴルフ場
 (埋立が完了した第1区画内)
 平成19年8月開園

西部(中田)埋立場の利用状況



大原メガソーラー発電所
 (埋立場内遊休地)
 平成25年2月稼働開始