

Semi-aerobic Landfill Concept



# 福岡方式

< 準好気性埋立方式 >

廃棄物最終処分場導入ガイド

## 1.1. 福岡方式の歴史

福岡方式(準好気性埋立方式)廃棄物最終処分場(以下、「福岡方式」という)は、福岡大学の花嶋正孝名誉教授によって発案され、福岡大学と福岡市の協力により実用化したものである。

日本国内では1975年に福岡市の新蒲田埋立場で初めて実用化され、1979年には日本の廃棄物最終処分場指針の標準構造として採用された。

## 1.2. 福岡方式の構造概要

図1に「福岡方式」の構造図を示す。「福岡方式」は、主に、ガス抜き設備、浸出水集排水設備、浸出水処理施設、雨水集排水施設、地下水集排水施設などから構成された廃棄物最終処分場である。同方式は、埋立地の底部に栗石と有孔管からなる浸出水集排水設備を設置するため、廃棄物層内の浸出水は速やかに浸出水処理施設へ排水され、層内部では廃棄物の分解による発酵熱が発生することにより熱対流が起きる。

この構造により、層内の含水率が下がり、集排水管からは空気が自然と供給されるため、廃棄物層内は好気性を保ちながら廃棄物の分解を促進する。

つまり、同方式は従来の嫌気性埋立方式に比べて浸出水の水質改善や温室効果ガス排出量の抑制、硫化水素及び揮発性有機化合物の発生量の抑制、埋立地の早期安定化が可能な技術である。

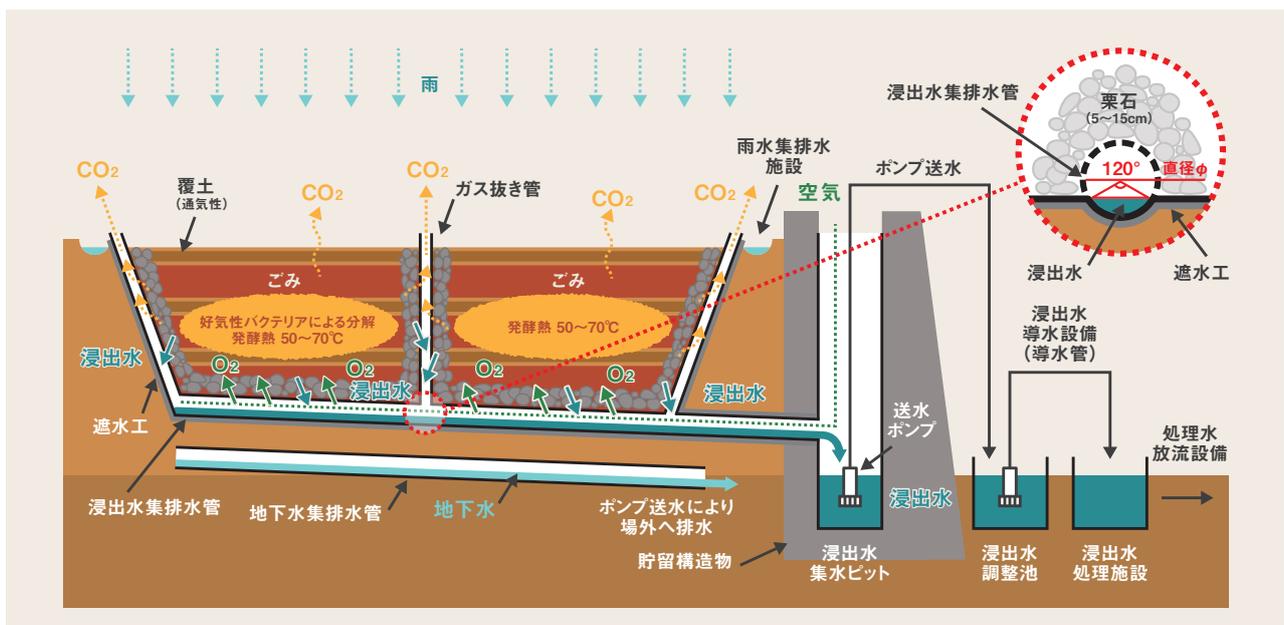


図1 「福岡方式」最終処分場の構造図(福岡県作成)

「福岡方式」処分場に投入するものは、医療系廃棄物などの有害な廃棄物を含まないようにする必要がある。また、食品廃棄物などの生ごみを主体とし、プラスチック・ガラス・陶器等の含有量が少ないほうが望ましい。さらに、鋭利なものは遮水シートの損傷に繋がるため、取り除いておく必要がある。

そのためには、最終処分場への埋立てを行う前段階において、廃棄物の性状に応じた分別工程を導入することや、地域の住民に対して分別の啓発活動を行うことなどが効果的である。

### 1.3. 福岡方式のメリット

図2に示す通り、開発途上国で多く採用されている嫌気性埋立方式では、埋立層が嫌氣的雰囲気になるため、浸出水の水質悪化や硫化水素の発生による悪臭など、衛生面における課題だけでなく、メタンガスの発生に伴う埋立地の火災・爆発等を引き起こすリスクを有している。

一方、「福岡方式」では、空気が浸出水集排水管を通じて埋立層内に自然に流入することから、好氣的雰囲気が保たれ、微生物活動の活発化によってメタンガスや硫化水素の発生が抑制される。これにより、悪臭の改善効果や埋立地の早期安定化が期待できる。

また、浸出水が埋立層内に滞水しない構造となっているため、嫌気性埋立方式に比べて処分場内外の水環境の改善効果も期待できる。

さらに、適切な維持管理を行うことで廃棄物最終処分場は早期に安定化し、維持管理時の薬剤散布等に係るコストを削減することができる。

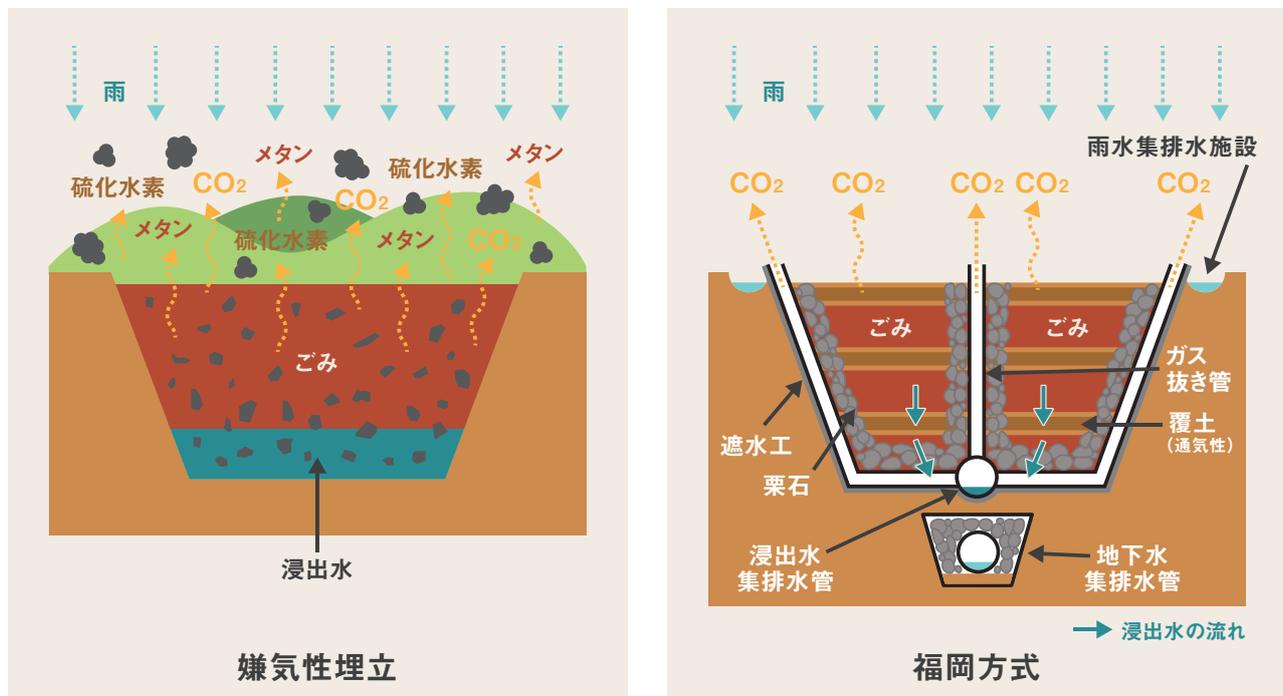


図2 埋立方式の比較(福岡県作成)

## 1.4. 日本国外へ展開される福岡方式

「福岡方式」が日本における最終処分場の標準構造として採用された後、マレーシアでの導入を皮切りに、海外でも導入が始まった。

これまでに「福岡方式」は十数か国で導入され、2011年には、同方式が国連気候変動枠組条約（UNFCCC：United Nations Framework Convention on Climate Change）のクリーン開発メカニズム（CDM：Clean Development Mechanism）の手法としても認定された。

福岡県では、国際環境協力の一環として、海外からの要請に基づき、日本における最終処分場の標準方式である「福岡方式」の導入整備に関する支援を行っており、これまでにベトナムのハノイ市、タイのシーキウ市などで支援している。

## 2 アジア地域における廃棄物最終処分場に関する現状と課題

アジア地域は急激な人口増加と経済発展に伴い、廃棄物排出量が増加している。廃棄物排出量が急激に増加した国・地域では、適切な廃棄物管理が行われていないことにより、処分場での環境汚染やそれに伴う健康被害等の事例が見受けられている。

アジア地域においては、それぞれの国や自治体によって廃棄物関連法制度の整備状況が異なり処分方法の状況も異なる。

図3のグラフは東アジア・大洋州における廃棄物処理状況を示したものである。処分方法として、リサイクル、焼却などの手段が取られる場合は全体の35%に過ぎず、大多数は埋立処分されている。全体の46%は直接埋立、18%はオープンダンプ方式で、準好気性埋立方式が占める割合は1%未満である。ベトナム、タイにおける埋立処分状況を含め、アジアの多くの国ではオープンダンプ方式などの嫌気性埋立方式が主流であることが分かる。なお、フィリピンやインドネシアは、オープンダンプ方式を禁止する対応を行っている。

次に、ベトナムの家庭ごみの組成について、ベトナム中部のホイアン市の事例によると、厨芥と草木類（有機系ごみ）の比率が極めて高く、全体の67.2%を占めている。また、タイの家庭ごみの組成データによると、有機系ごみの比率が極めて高く、全体の64%を占めている。

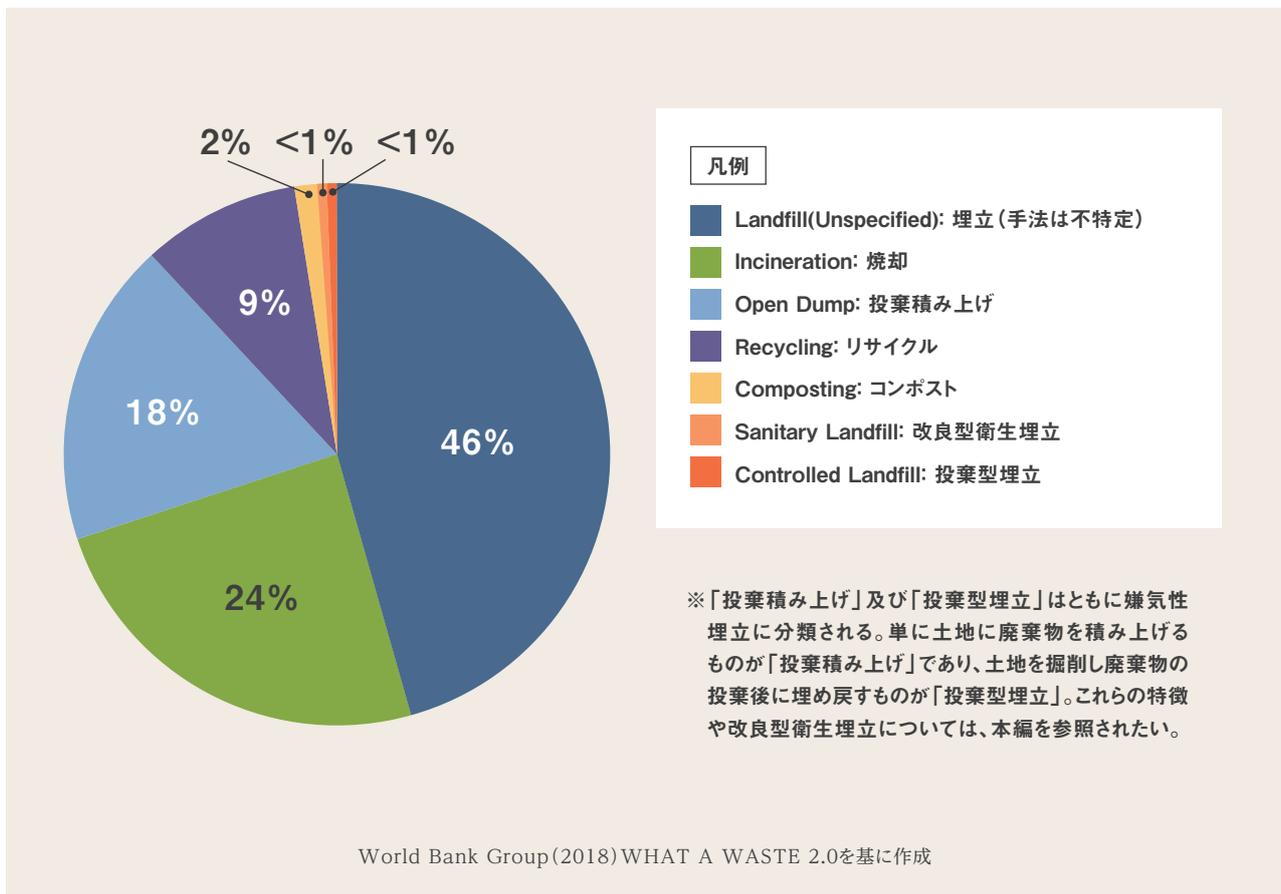


図 3 東アジア・大洋州における廃棄物処理状況

## 3 「福岡方式」の導入に向けた基本構想のポイント

### 3.1. 廃棄物最終処分場運営手法

廃棄物最終処分場は、行政（自治体を含む）または民間企業により施設所有、資金調達、設計・建設、運営、施設撤去される。

官民が連携して公共サービスの提供を行う形態をPPP (Public Private Partnership) という。PFI (Private Finance Initiative) はPPPの代表的な手法であり、公共施設等の施設所有、資金調達、設計・建設、運営、施設撤去等を民間主導で行うことで、効率的かつ効果的なサービスの提供を図るものである。

## 3.2. 廃棄物最終処分場設置に係る手順・手続き

廃棄物最終処分場に係る手順や手続きは実施国によって異なる。

日本では、図4のように検討が進められる。一般廃棄物最終処分場設置の手順は、大きく「企画・構想段階」、「計画・事業化段階」、「事業者選定段階」、「(設計) 施工段階」、「共用段階」に分類することができる。

また、処分場整備における主な手続きとしては、廃棄物処理法に基づく一般廃棄物処理基本計画の策定、環境影響評価の実施、施設建設工事の発注などが挙げられる。



図 4 日本における一般廃棄物最終処分場施設整備の実施項目と内容

ベトナム及びタイにおける手順や手続きについては、本編を参照されたい。

### 3.3. 適地選定

適地選定に関する関連法令は各国で異なるため、最終処分場を計画する際は、予め適地選定に関する法令や手続きを確認した上で検討を進めることが望ましい。

適地選定調査フローの例を図5に示す。日本国内で適地選定を行う際は、第一段階として土地利用における法規制状況を確認し設置可能性地域を抽出する。

第一段階を踏まえて、地理条件を満足する候補地を第二段階で抽出し、第三段階では現地調査や経済性評価等を考慮した上で計画上困難な要因がある候補地を除外する。最後に、抽出した候補地をそれぞれ評価し、最終候補地を選定する。



図5 候補地選定の手順例

ベトナム及びタイにおける関係法令や手続きについては、本編を参照されたい。

### 3.4. 環境影響評価

環境影響評価の実施目的は、処理施設の建設に伴い発生し得る周辺地域への影響を評価することである。環境影響評価は、建設期間・埋立実施期間・埋立完了後において調査を実施することが基本的な流れであるが、国・自治体によって調査項目が異なるため、各国の基準に準拠する。ここではタイ、ベトナムでの事例を紹介する。

タイでは、以下の4つの環境資源の側面から環境影響評価を実施している。これらの項目を基に分析を行い、周辺地域環境への影響を評価する。

- 物理的環境資源 (Physical Environmental Resource)  
大気質、地表水源の質、地下水源、地形など
- 生物学的環境資源 (Biological Environmental Resource)  
森林資源、野生動物など
- 人が使用する際の価値 (Human Use Values)  
土地利用の状況、公共交通、水源の使用価値など
- 生活の質 (Quality of life)  
経済状態、近隣コミュニティ社会、仕事中の安全性、公衆衛生、景観及び娯楽など

ベトナムの廃棄物等に関する基本法令 (Law on Environmental Protection : Law No.55/2014/QH13) 中の「CHAPTER III ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT」では、影響評価及び予測項目について以下のように規定している。

- 自然環境条件  
気候・気象条件、水文・海洋条件、土壌・水・大気環境の品質、生物資源等
- 社会経済的条件  
経済状況、社会的条件
- 環境影響予測  
プロジェクトの準備・建設・運用段階・その他 (解体・改修等) における影響予測  
プロジェクトのリスクやインシデントによる影響予測

### 3.5. 周辺住民との合意形成

廃棄物最終処分場は環境・技術面等の懸念により、周辺住民からの賛同を得ることが難しいことも想定される。したがって、住民に対しては計画の内容、導入の手法、環境影響、影響に対する対策などについて説明し、合意形成を図ることが重要である。なお、実際の合意形成では、それぞれの自治体の議会プロセス等に沿って対応する。

各国で規定している法令も異なっており、例えば、ベトナムでは、住民への説明に関する法律として、環境法の下に40/2019/ND-CP政府議定 (40号2019) が存在する。また、タイでは住民へのパブリックヒアリングの実施の詳細が、内閣秘書官による官報122特別事項55にて定められている。

### 4.1. 設計

「福岡方式」を設計・施工する際は、処分場の周辺環境や健康衛生面への影響を未然に防止するために、様々な検討が必要である。本項では、設計時に必要な検討事項（①埋立地の必要容量の見積もり、②造成設計、③ガス抜き設備の設計、④浸出水集排水設備の設計、⑤浸出水調整池の設計、⑥浸出水処理施設の設計、⑦雨水集排水施設の設計、⑧地下水集排水施設の設計、⑨遮水工設計、⑩貯留構造物）について概説している。

詳細については本編を参照されたい。

### 4.2. 施工

本項では、「福岡方式」の施工時における留意事項（①法面造成、②地盤調査、③地盤改良、④下地地盤整形、⑤地下水集排水設備、⑥遮水工、⑦浸出水集排水管、⑧ガス抜き設備、⑨集水ピット、⑩雨水排水溝）を解説するとともに、日本での施工事例を紹介している。

詳細については本編を参照されたい。

### 4.3. 維持管理

「福岡方式」の処分場では、浸出水の排水により埋立層内の好氣的雰囲気を保持し、浸出水のBOD値を下げるために適切な維持管理を行い、早期に安定化させることが必要である。維持管理の中でも、通気、通水及び排除の役割を担う浸出水集排水管と栗石層は重要な要素である。ここでは、維持管理における各作業（①搬入管理、②埋立、③覆土、④モニタリング、⑤雨水排水処理など）の実施方針と留意点について解説している。

詳細については本編を参照されたい。

### 4.4. 埋立終了・廃止・跡地利用

廃棄物最終処分場跡地は、埋立てられた廃棄物が多岐にわたるために、その性質が経時変化することを考慮しておくことが重要である。

埋立終了後に想定される主なモニタリング項目としては、浸出水、埋立ガス、地盤沈下、周辺地下水、廃棄物の分解・安定化の管理状況などである。これらの継続的なモニタリングにより、処分場全体のシステム効率の改善及び向上を期待することができる。なお、モニタリングは周辺環境に影響がないと確認できるまで行う。

「福岡方式」は、安定化するまでの期間が他の埋立方式（嫌気性埋立方式等）に比べて早いことから、早期に跡地利用できるという利点がある。日本では、緑地化のみならず、運動施設や多目的広場を含めた公共施設、太陽光発電所用地等に活用している。



跡地利用の活用例(太陽光発電所:DINSメガソーラー)

写真提供:大栄環境株式会社

## 5 福岡方式の導入事例

### 5.1. 国際協力の状況

「福岡方式」は、自主的に、若しくは国際協力の一環として、専門家派遣、研修生・見学者受け入れ、技術指導、セミナーの開催等を通じて、日本国外で導入されている。国際協力は、福岡県だけでなく、福岡市、一般財団法人 日本環境衛生センター、独立行政法人 国際協力機構(JICA)等、様々な団体主導で行われている。

福岡県が国際協力として「福岡方式」の導入を支援した事例として、2015年に竣工されたベトナム ハノイ市のスアンソン(XuanSon) 処分場、タイ ナコンラチャシマ県のシーキウ市における福岡方式廃棄物最終処分場が挙げられる。以下に導入の経緯、処分場の概要を示す。

### 5.2. ベトナム ハノイ市

#### 5.2.1. 「福岡方式」導入の経緯

ベトナム ハノイ市 スアンソン処分場における「福岡方式」の導入経緯は次の通り。

ハノイ市では、経済発展に伴い廃棄物処理が深刻な問題となっており、とりわけ農村地区における適正な廃棄物処理が優先課題であり、衛生的な廃棄物最終処分場の整備が求められていた。

また、福岡県とハノイ市は2010年に環境協力協定を締結し、環境技術交流の優先事業としてハノイ市への福岡方式の導入について検討を行ってきた。このような経緯を踏まえて、ハノイ市の廃棄物最終処分場が、福岡方式により整備されることとなり、発案者である花嶋正孝福岡大学名誉教授の指導の下、JICA草の根技術協力事業を活用しながらハノイ市の職員を福岡県に招いた研修や有識者を派遣しての現地指導等の支援を実施してきた。

表 1 スアンソン処分場 導入の経緯

| 年    | 出来事                                 |
|------|-------------------------------------|
| 2008 | 2月、ハノイ市と友好提携を締結                     |
| 2009 | 12月、環境調査団を派遣し、ハノイ市の環境問題の改善に向けた方策を提案 |
| 2010 | 10月、ハノイ市と環境協力協定を締結                  |
| 2012 | 2月、有識者が「福岡方式」導入候補地の現地調査を実施          |
|      | 7月、ハノイ市が「福岡方式」導入を決定                 |
| 2013 | 8月、ハノイ市と「福岡方式処分場整備に関する覚書」を締結        |
|      | 12月、JICA草の根技術協力事業開始（～2016年12月）      |
| 2014 | 6月、スアンソン処分場着工                       |
| 2015 | 6月、スアンソン処分場竣工                       |
| 2018 | 11月、スアンソン処分場が計画容量に達したため埋立終了         |
| ～現在  | 処分場の早期安定化に向けてガス抜き管の管理やモニタリング等を実施中   |

### 5.2.2. 処分場の概要

スアンソン廃棄物処分場の概要は、次の通り。

表 2 スアンソン処分場 概要

|         |   |
|---------|---|
| 処分場の場所  | ハノイ市ソントイ(Sontay)地区 スアンソン(XuanSon) 処分場                 |
| 処分場の規模  | 面積3ha(ごみ処分量 300t/日)<br>埋立容量約24万m <sup>3</sup>         |
| 事業の実施状況 | 2015年6月 竣工<br>維持管理やモニタリングに関する技術指導を実施<br>2018年11月 埋立終了 |
| 総工費     | 542億ドン (ハノイ市負担)                                       |

スアンソン処分場は、ハノイから車で西に約1時間30分(約60km)に位置する。「福岡方式」最終処分場の埋立面積は24,000m<sup>2</sup>、埋立容量は240,000m<sup>3</sup>であり、埋立対象物は可燃性廃棄物主体である。現地担当者によると、「福岡方式」の導入により、悪臭・害虫等に対する改善効果を実感している。

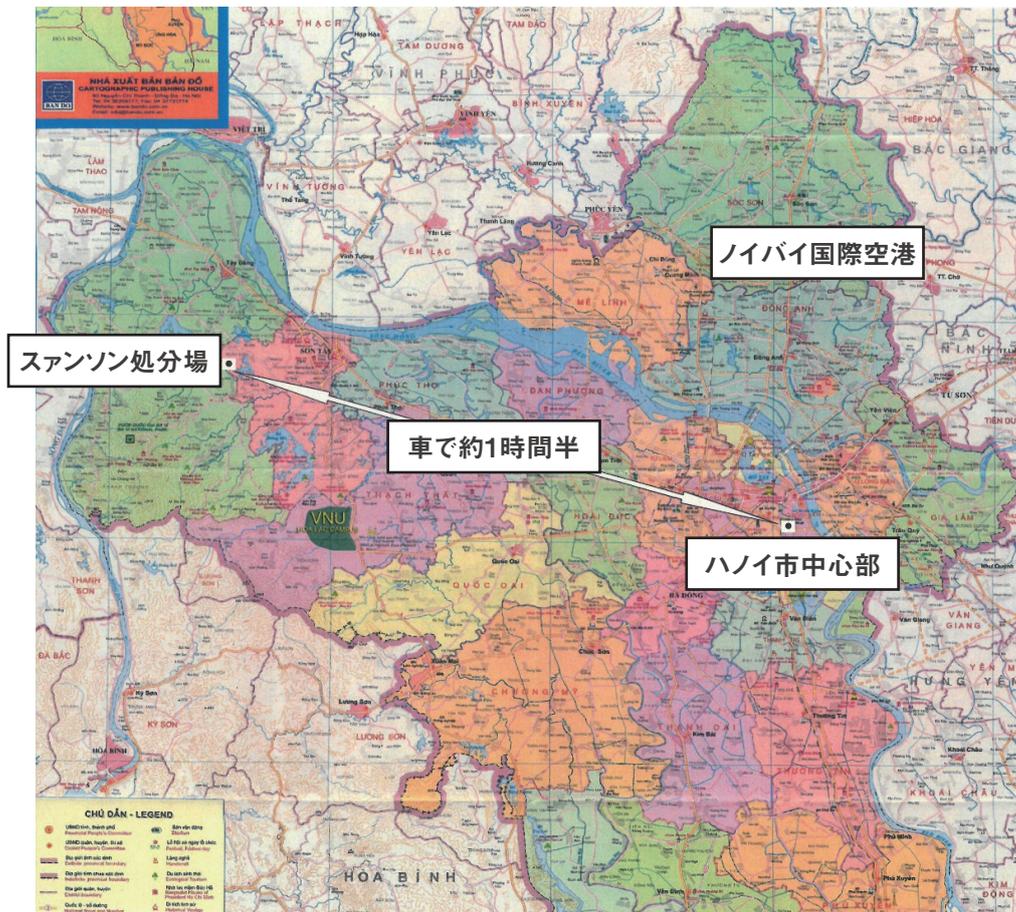
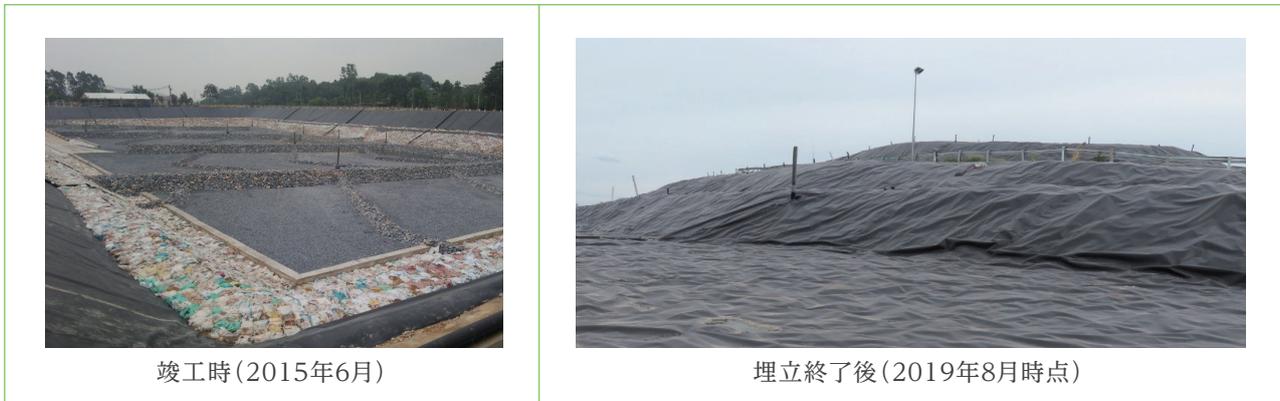


図 6 処分場位置図(福岡県資料)



2015年6月、ハノイ市にスアンソン処分場が竣工。竣工後は順調に稼働し、2018年11月に計画容量に達したため埋立を終了。

埋立終了後は、処分場の早期安定化に向けてガス抜き管の管理やモニタリング等を実施中。

## 5.3. タイ シーキウ市

### 5.3.1. 「福岡方式」導入の経緯

タイ ナコンラチャシマ県 シーキウ市における「福岡方式」の導入経緯は次の通り。

福岡県は2006年よりアジア諸地域の行政官を対象とした「国際環境人材育成研修」を行っており、多くのタイ政府関係者を招へいしてきた。この研修に参加したタイ国天然資源環境省公害対策局の行政官が帰国後、「福岡方式」の導入を提案したところ、同国で採用が決定し、福岡県に対し支援の要請があった。

これを受けて、福岡県ではJICA草の根技術協力事業を活用しながらタイの行政官を福岡県に招いた研修や有識者を派遣しての現地指導等の支援を実施してきた。

表 3 シーキウ市処分場 導入の経緯

| 年    | 出来事   |
|------|---|
| 2009 | 国際環境人材育成研修に参加した天然資源環境省公害対策局(PCD)の研修生が福岡方式処分場を視察。<br>その後、タイ政府から県に正式に支援要請 |
| 2012 | 4月、JICA草の根技術協力事業(フェーズI)開始(～2015年3月)                                     |
| 2014 | 9月、シーキウ市処分場着工   |
| 2015 | 9月、シーキウ市処分場竣工   |
| 2016 | 3月、シーキウ市処分場の運用・維持管理計画を策定  |
|      | 8月、PCDとの環境協力協定を締結   |
|      | 9月、シーキウ市処分場の運用開始  |
| 2017 | 4月、JICA草の根技術協力事業(フェーズII)開始(～2020年3月)                                    |
| ～現在  | 適切に処分場の維持管理が行われ、順調に稼働中  |

### 5.3.2. 処分場の概要

シーキウ市における福岡方式廃棄物最終処分場の概要は、次の通り。

表 4 シーキウ市処分場 概要

|         |  |
|---------|--|
| 処分場の場所  | ナコンラチャシマ県シーキウ市<br>※既存オープンダンピング処分場に隣接           |
| 処分場の規模  | 敷地面積: 18,712㎡<br>埋立面積: 2,496㎡<br>埋立容積: 6,966㎡  |
| 事業の実施状況 | 竣工: 2015年9月<br>運用開始: 2016年9月<br>埋立期間: 10年間(予定) |
| 総工費     | 約920万バーツ(シーキウ市が負担)                             |
| 埋立方式    | セル方式   |
| 埋立対象    | 家庭ごみ(焼却なし、分別あり)                                |
| 水処理     | ばっ気方式  |

シーキウ市は、バンコクから北東へ約350km車で約4.5時間の場所にある。

シーキウ市処分場は、1層約50cm、9層の埋立面がある小規模の試験的な処分場である。同市は19村6校(約2万人)から成るが、処分場への搬入対象は3村6校のみ(約1万1千人・現在の搬入量:約1t/日)である。

現地担当者によると、「福岡方式」の導入により、悪臭、害虫、害鳥等に対する改善効果を実感している。また、シーキウ市は、「福岡方式」の成功事例をもとに、他の自治体の学習センターとしての役割を担うことを認識している。

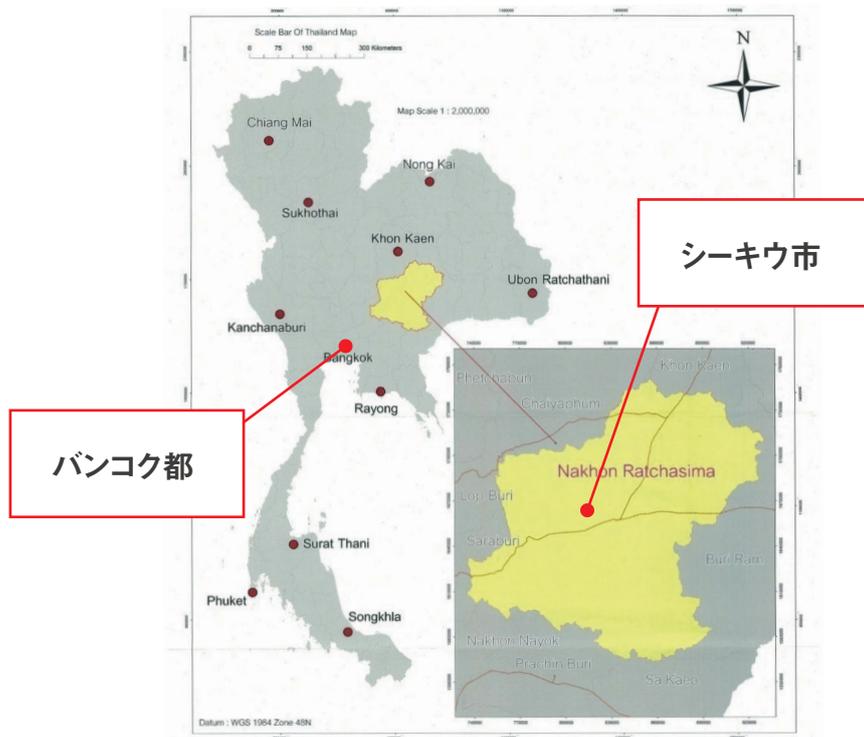


図 7 処分場位置図(福岡県資料)



竣工時(2015年9月)

処分場の状況(2019年10月時点)

2015年9月の竣工後、適切に維持管理が行われ、順調に稼働中(2019年10月現在)。シーキウ市の「福岡方式」を高く評価しているタイ政府は、今後もタイ国内への「福岡方式」の普及展開を行っていく意向である。



エコトン

福岡県マスコットキャラクター

< 監修 >

福岡大学 名誉教授 花嶋 正孝

< 連絡先 >

福岡県 環境部 環境政策課

福岡県福岡市博多区東公園7番7号

[kansei@pref.fukuoka.lg.jp](mailto:kansei@pref.fukuoka.lg.jp)

+81-92-643-3354

< 委託先 > 株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所

2020年3月発行