

令和6年度環境省委託事業

令和6年度脱炭素社会実現のための  
都市間連携事業 委託業務

真庭モデルによる脱炭素社会形成推進事業

報告書

令和7年3月  
(2025年)

八千代エンジニアリング株式会社

真庭市



令和6年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務  
真庭モデルによる脱炭素社会形成推進事業

—目 次—

1	業務の概要	1
1.1	本業務の背景・目的	1
1.1.1	業務の背景	1
1.1.2	業務の目的	1
1.2	業務の実施体制	1
1.3	業務の工程	3
2	対象地域の概要	4
2.1	真庭市	4
2.1.1	地域概況	4
2.1.2	廃棄物管理の実態	6
2.1.3	真庭市の取組	9
2.2	マカッサル市	14
2.2.1	地域概況	14
2.2.2	廃棄物管理の実態	16
2.3	ハサヌディン大学	21
2.3.1	大学の概要	21
2.3.2	廃棄物管理及び排水処理の実態	22
2.3.3	計画	23
3	都市間の連携・交流に係る活動	25
3.1	第1回現地渡航（キックオフ会議）	25
3.1.1	渡航概要	25
3.1.2	活動の内容	25
3.2	第2回現地渡航（廃棄物調査）	27
3.2.1	渡航概要	27
3.2.2	活動の内容	28
3.3	第3回現地渡航（ワークショップ）	31
3.3.1	渡航概要	31

3.3.2	活動の内容.....	32
4	本邦研修 .....	37
4.1	本邦研修の概要.....	37
4.2	活動内容 .....	37
5	現地調査 .....	41
5.1	現地調査の概要.....	41
5.2	現地調査の結果.....	42
5.3	有機系廃棄物のマテリアルフロー.....	45
6	まとめ .....	47
6.1	今年度の活動結果.....	47
6.2	次年度の活動計画.....	48

資料編

添付1 Workshop 資料

## 表目次

表 2-1	ごみ処理施設の概要	8
表 2-2	メタン発酵プラントの概要	11
表 2-3	バイオマス発電所稼働による効果	12
表 2-4	マカッサル市における廃棄物管理に関する法規・条例	16
表 2-5	地区別 TPS の数	17
表 2-6	マカッサル市の TPS-3R	18
表 3-1	キックオフ会議（マカッサル市）の概要	26
表 3-2	キックオフ会議（ハサヌディン大学）の概要	26
表 3-3	業務進捗会議の概要	28
表 3-4	ハサヌディン大学との協議の概要	28
表 3-5	第1回マカッサル市領事事務所への表敬の概要	31
表 3-6	ハサヌディン大学との協議の概要	32
表 3-7	マカッサル市長への表敬の概要	33
表 3-8	ワークショップの概要	34
表 3-9	DLH との会議の概要	36
表 4-1	真庭市役所への表敬の概要	39
表 4-2	岡山大学及び AMDA との協議の概要	40
表 5-1	ごみ質調査の概要表	41
表 5-2	ごみ質調査の結果	43
表 5-3	学部棟から排出されるごみの組成	45

## 図目次

図 1-1	業務実施体制	2
図 1-2	マカッサル市の脱炭素化実現に向けた合意書	2
図 1-3	本事業の工程	3
図 1-4	業務工程	3
図 2-1	真庭市の位置図	4
図 2-2	真庭市久世地区の平均気温及び降水量（2024年）	4
図 2-3	真庭市の産業別生産額割合	5
図 2-4	真庭市の標高	5
図 2-5	土地利用の割合	6

図 2-6	ごみ処理量の推移 .....	6
図 2-7	排出されたごみの組成 .....	7
図 2-8	排出された可燃ごみの組成 .....	7
図 2-9	ごみ処理施設及び最終処分場の分布 .....	7
図 2-10	真庭市くらしの循環センター「まにくるーん」の施設.....	8
図 2-11	真庭市くらしの循環センター概要.....	9
図 2-12	生ごみの資源化促進モデル .....	10
図 2-13	メタン発酵実証事業の流れ .....	10
図 2-14	バイオガスの精製・生ごみ収集車両への利用実証の流れ.....	11
図 2-15	バイオマス発電事業の概要 .....	12
図 2-16	木質資源の利用方法 .....	13
図 2-17	マカッサル市の位置図 .....	14
図 2-18	マカッサル市の気温及び降水量（2024年） .....	14
図 2-19	マカッサル市の産業 .....	15
図 2-20	マカッサル市における標高 .....	15
図 2-21	マカッサル市の年間廃棄物排出量の推移 .....	17
図 2-22	マカッサル市における廃棄物フロー .....	17
図 2-23	マカッサル市におけるごみ組成 .....	18
図 2-24	ハサヌディン大学の位置図及び面積 .....	21
図 2-25	ハサヌディン大学の所属人数 .....	21
図 2-26	TPS-3R のイメージ図 .....	24
図 5-1	有機系廃棄物の日別変動の推移 .....	42
図 5-2	大学キャンパスから排出されるごみ総排出量の推移.....	43
図 5-3	学部棟から排出されるごみの組成 .....	45
図 5-4	有機系廃棄物のマテリアルフロー（2024年） .....	46

略語表

略語	英語/インドネシア語	和訳
TPS	Tempat Pembuangan Sementara	一時集積所
TPS-3R	Tempat Pengelolaan Sampah 3R	3R機能を備えた一次集積所
FIT	Feed-in Tariff	固定価格買取制度
CNG	Compressed Natural Gas	天然ガス
BDF	Bio Diesel Fuel	バイオディーゼル燃料
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
DLH	Dinas Lingkungan Hidup	環境局（マカッサル市）
ZWC	Zero Waste Campus	ゼロ・ウェイスト・キャンパス
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
AMDA	Association of Medical Doctors of Asia	アムダ
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	気候変動に関する政府間パネル
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	国連気候変動枠組条約
CN	Carbon Neutrality	カーボンニュートラル
JCM	Joint Crediting Mechanism	二国間クレジット制度

## 1 業務の概要

### 1.1 本業務の背景・目的

#### 1.1.1 業務の背景

「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」（2022年）の第6次評価報告書第3作業部会報告書によると、世界全体におけるGHG排出量の約7割が都市由来によるものであるとされており、パリ協定で定める1.5°C目標の達成のためには、都市における気候行動の加速が必要不可欠である。日本では中央政府と地方都市が協働してゼロカーボンシティの実現に向けた取組を実施しており、2021年6月に策定された地域脱炭素ロードマップに沿って、100ヶ所以上の脱炭素先行地域を創出して、全国への拡大を進めている。

インドネシアは、「気候変更に関する国際連合枠組条約（UNFCCC）」に基づき、2060年に向けたカーボンニュートラル（CN）目標を宣言しており、マカッサル市においてもLow Carbon計画を検討中である。マカッサル市は、人口約146万人、面積約176km<sup>2</sup>の南スラウェシ州の州都であり、インドネシア東部地域の中心都市でもある。マカッサル市では経済状況が向上するに従って、廃棄物管理やリサイクル推進が大きな課題となっている。加えて、人の排泄物や厨芥、畜産系廃棄物による地下水や河川の汚染が深刻であり、同市の中期開発計画（2021年～2026年）においても、これらの対策が最重要課題として位置づけられている。

#### 1.1.2 業務の目的

「令和6年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業」は、日本の研究機関・民間企業・大学等と連携することによって、脱炭素社会形成に関する経験やノウハウ等を有する本邦都市とともに、パートナー都市における脱炭素社会形成への取組及び脱炭素社会の形成に寄与する設備の導入を支援するために実施する調査事業である。

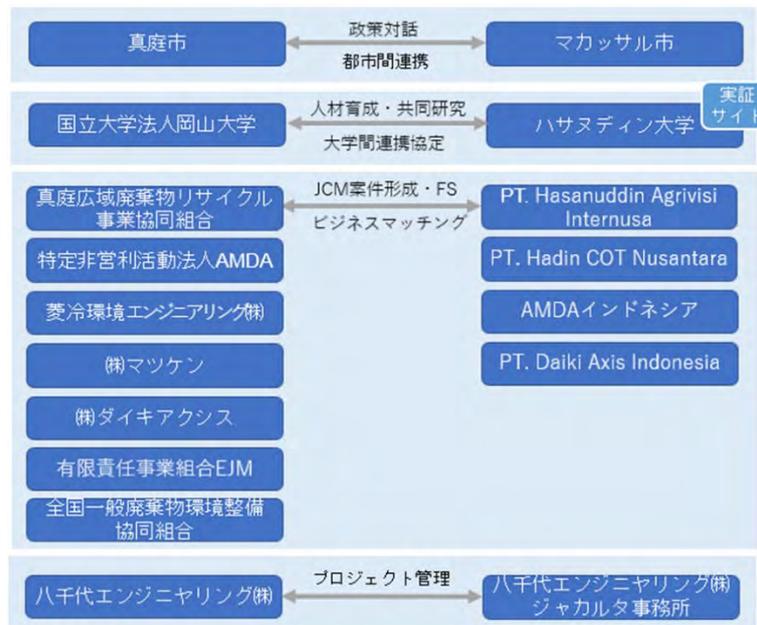
「真庭モデルによる脱炭素社会形成推進事業」では、真庭市及び共同応募者が有する脱炭素社会形成に関する経験・ノウハウを用いて、マカッサル市（ハサヌディン大学）における脱炭素社会形成に資する取組や設備導入の支援のための調査を実施する。

本事業の1年目となる本業務では、主にマカッサル市の廃棄物管理の現状把握、ハサヌディン大学の有機系廃棄物の実態把握及びマテリアルフローの作成を行う。また、マカッサル市におけるワークショップ、真庭市及びマカッサル市の都市間協議や本邦研修、岡山大学及びハサヌディン大学の大学間交流を実施する。

### 1.2 業務の実施体制

本業務の実施体制は図1-1のとおりである。真庭市とマカッサル市により脱炭素社会形

成推進事業に係る都市間連携の活動を行い、大学間では岡山大学とハサヌディン大学が連携して人材育成や共同研究を行う。八千代エンジニアリング㈱が日本側及びインドネシア側の関係者間の調整を行う。



出典：調査団作成

図 1-1 業務実施体制

日本の環境省は、2013年にインドネシアと日本の間で合意した低炭素成長パートナーシップのための二国間クレジット制度（Joint Crediting Mechanism (JCM)）に関する二国間協力の枠組みに基づいて、低炭素社会の実現に向けた都市間連携を推進している。これに関連して、真庭市、マカッサル市、ハサヌディン大学は、マカッサル市の脱炭素化実現に向けた集中的な連携に関して2024年5月に合意した。マカッサル市の脱炭素化実現に向けた合意書を図 1-2 に示す。

また、岡山大学は2007年4月7日にハサヌディン大学と大学間協定を結んでおり、これまでに交換留学などの連携が図られている。

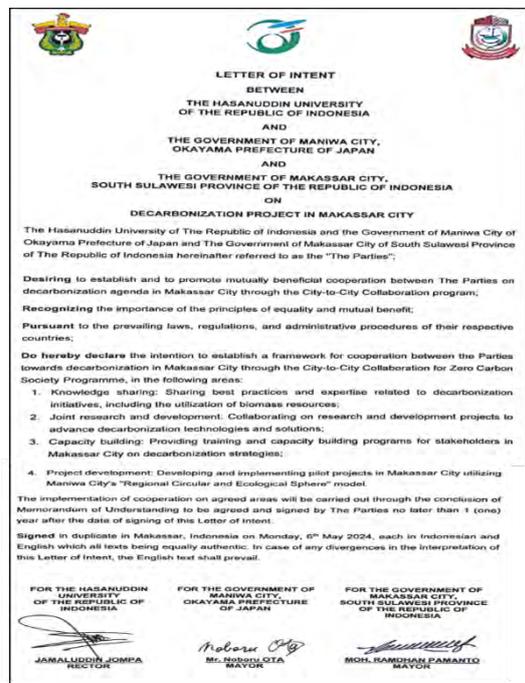


図 1-2 マカッサル市の脱炭素化実現に向けた合意書

### 1.3 業務の工程

本事業は令和6年度（2024年）から令和8年度（2026年）までの3ヵ年計画で、本年度の業務は計画の1年目である。

実施内容	応募期間	1年目 (7月-3月)				2年目 (4月-3月)				3年目 (4月-3月)			
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
(1) 応募資料の準備													
(1) 提案書の提出													
(2) 現地調査の実施													
1) マカッサル市の既存計画、施設、関連ビジネス等についての把握													
2) ハサヌデン大学の現状の把握													
3) ハサヌデン大学の廃棄物及び汚水処理についての調査													
(3) ハサヌデン大学におけるバイオマス循環計画の策定													
1) 今後のマテリアルフロー図の作成													
2) 基本施設計画の作成													
3) 維持管理計画の作成													
4) バイオマス循環計画の策定													
(4) ハサヌデン大学における実現可能性調査と実施計画													
1) 優先施設の概略設計													
2) ビジネスマッチングの実施と資金調達計画の検討													
3) 環境影響評価及び許認可に関する調査													
4) コスト、財務分析、実施スケジュールの検討													
5) 調査結果の取りまとめ													
(5) 政策対話													
1) 廃棄物・3Rと市民参加の促進													
2) 低炭素化に向けての意見交換													
3) 再生可能エネルギーの促進													
4) サステイナブルな林業振興とIoTの活用													
(6) 報告書の提出													
マカッサル市でのワークショップ													
本邦研修													
都市間協議													
環境省との定期報告会(日本側参加者のみ)													

出典：調査団作成

図 1-3 本事業の工程

本業務の実施期間は2024年7月18日から2025年3月14日で、主な活動の日程は図1-4のとおりである。

		1年目 (2024年7月 - 2025年3月)								
		2024						2025		
		7	8	9	10	11	12	1	2	3
インドネシア	都市間協議	キックオフ協議 (8/20)						進捗協議 (1/21)		
	廃棄物調査			9/17 ~ 9/26						
	ワークショップ							1/21		
日本	本邦研修 (4名)				10/21 ~ 10/25					
	環境省主催の都市間連携セミナー 国内作業							1/23		
					マカッサル有機系廃棄物の分析					

出典：調査団作成

図 1-4 業務工程

## 2 対象地域の概要

### 2.1 真庭市

#### 2.1.1 地域概況

##### (1) 位置と人口

真庭市は、岡山県北部の中国山地のほぼ中央に位置し、北側は鳥取県に接している。本市は東西に約 30 km、南北に約 50 km 広がっている。また、面積は約 828 km<sup>2</sup> で岡山県の約 11.6 % を占めており、岡山県で最も大きな自治体となっている。

また、本市の人口は、2024 年 1 月の時点で 41,673 人であり、世帯数は 17,478 世帯である。

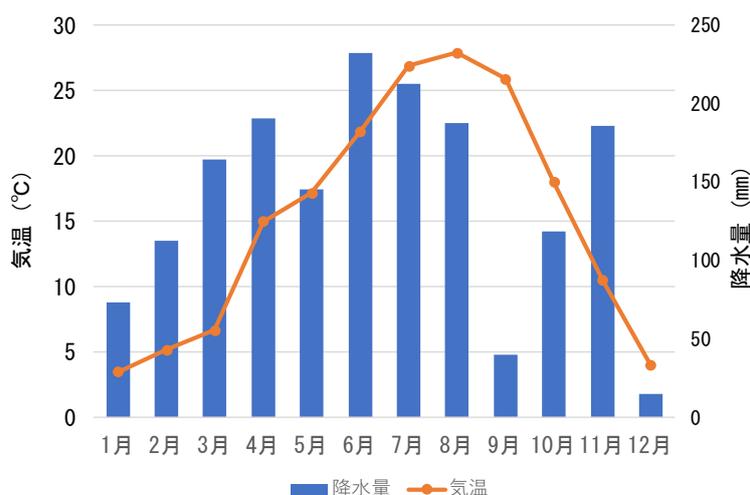


出典：真庭市 HP

図 2-1 真庭市の位置図

##### (2) 気候

真庭市には気象庁の観測所が 3 ヶ所ある。真庭市久世地区にある観測所における 2024 年の月別の平均気温と降水量を図 2-2 に示す。最高平均気温は 27.9℃（8 月）、最低平均気温は 3.5℃（1 月）である。また年間降水量は 1,679 mm で、最も降水量が少ない月は 15.0 mm（12 月）、最も降水量が多い月は 232.5 mm（6 月）であった。



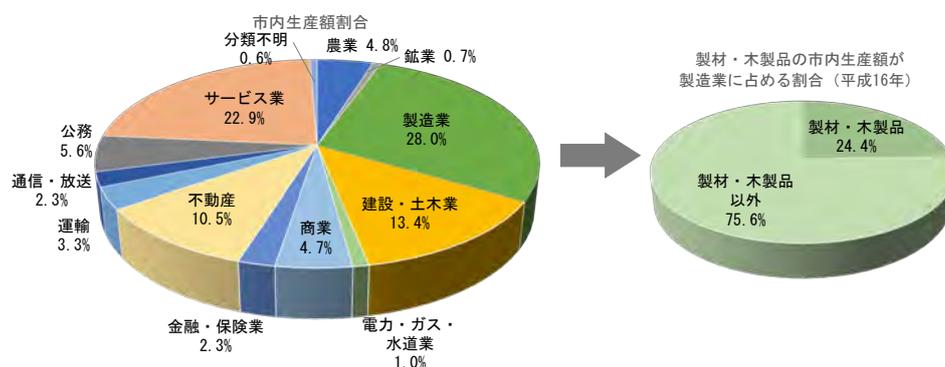
出典：気象庁

図 2-2 真庭市久世地区の平均気温及び降水量（2024 年）

### (3) 産業

真庭市の産業別生産額割合を図 2-3 に示す。本市では、製造業が盛んであり、市内生産割合の 28% を占めている。本市の土地面積の約 80% が森林であるため、豊かな森林資源を活かした製材・木製品の生産割合が 24.4% を占めており、製造業の中でも特に割合が大きくなっている。近年は木質バイオマスを中心に、資源の効率的な活用が積極的に行われている。

農業では高原でのジャージー牛の飼育が盛んであり、乳製品や関連製品の製造・販売を行っている。また、観光業では、高原リゾートである蒜山高原や、湯原温泉郷等の観光資源が活用されている。真庭市ではバイオマス事業に注力しており、観光産業として 2006 年からバイオマスツアーが行われている。

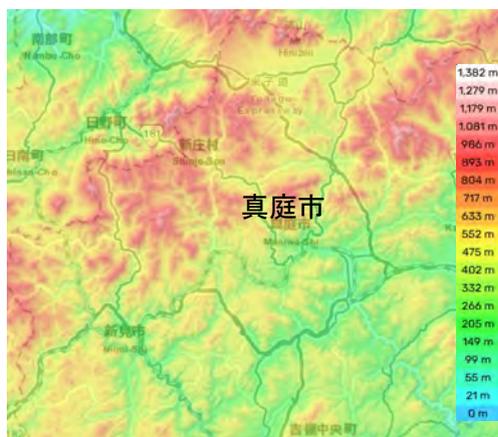


出典：真庭バイオマス産業都市構想

図 2-3 真庭市の産業別生産額割合

### (4) 地形

真庭市の標高を図 2-4 に示す。本市の北側は標高が高く蒜山三座をはじめ津黒山など、標高 1,000 m 級の山々がある。岡山県の三大河川の一つである旭川が真庭市の中央付近を南下しており、南部の旭川支流一帯は標高が低い平たん地であり、農業地帯が形成されている。

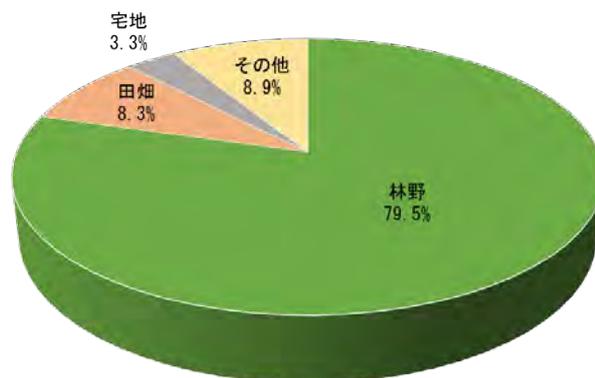


出典：topographic-map.com

図 2-4 真庭市の標高

## (5) 土地利用

真庭市の土地利用の割合は、図 2-5 に示すとおりである。主な土地利用としては、全体の 79.5%と大部分を林野が占めており、豊かな森林資源が活用されている。次に田畑の割合が高く、南部の平たん地で農業が行われている。



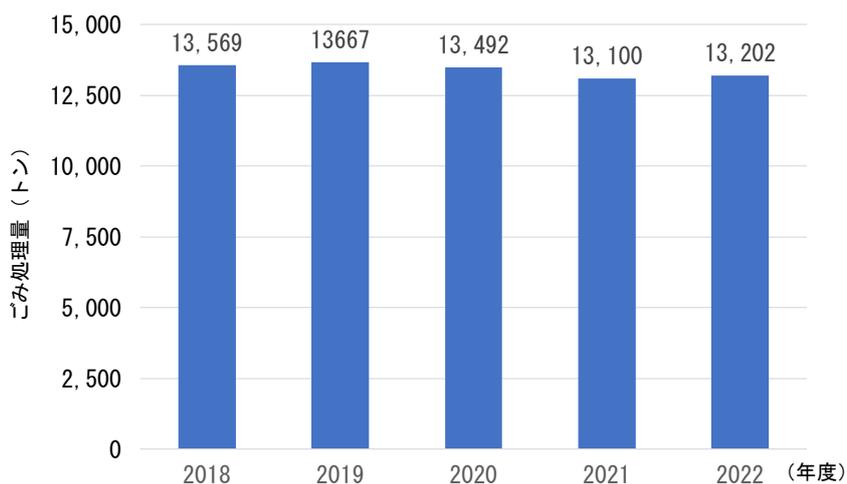
出典：真庭市 (20240913 Maniwa City Presentation)

図 2-5 土地利用の割合

## 2.1.2 廃棄物管理の実態

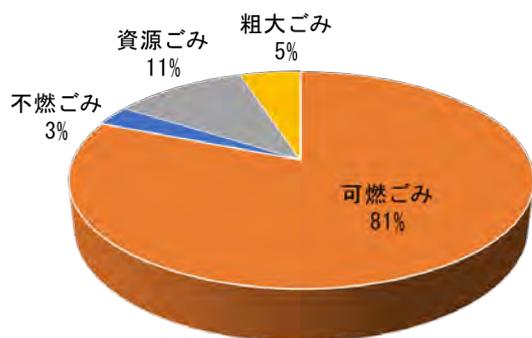
### (1) 現状のごみ処理量

真庭市の 2018 年度から 2022 年度までのごみ処理量を図 2-6 に示す。本市の 2022 年度のごみ処理量は 13,202 トンであり、2018 年度と比較して緩やかな減少傾向を示している。本市では、ごみ処理量の 81%を可燃ごみが占めており、さらに可燃ごみの内訳によると生ごみの割合が 39%と特に大きな割合となっている。また、可燃ごみの 35%は焼却施設での焼却処理が必要な分類のごみとなっている。



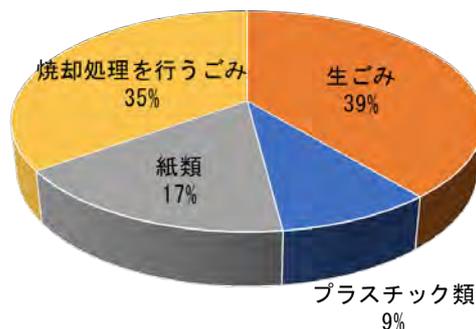
出典：環境省 廃棄物処理技術情報

図 2-6 ごみ処理量の推移



出典：環境省 廃棄物処理技術情報 令和4年度

図 2-7 排出されたごみの組成

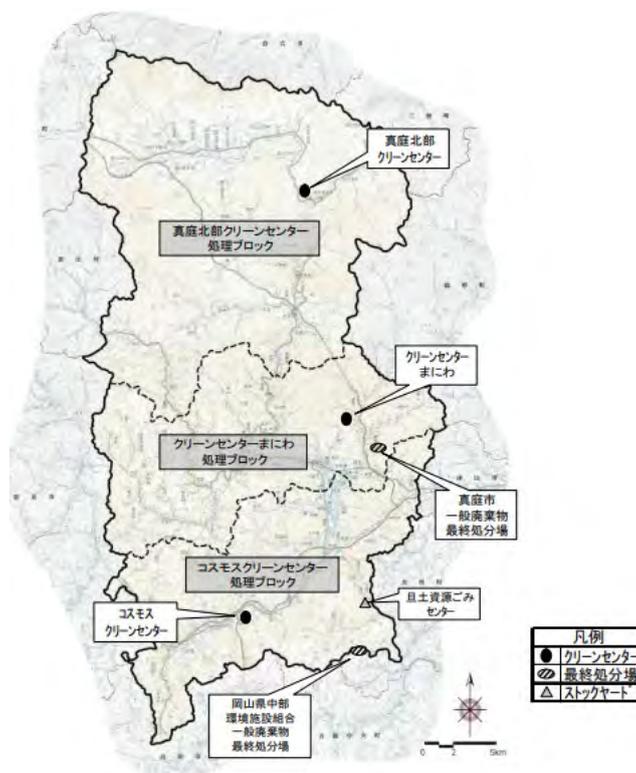


出典：真庭市 (20240913 Maniwa City Presentation)

図 2-8 排出された可燃ごみの組成

## (2) ごみ処理施設及び最終処分場

真庭市の中間処理施設は真庭北部クリーンセンター、クリーンセンターまにわ、コスモスクリーンセンターの3ヶ所あり、それぞれの施設の概要は以下のとおりである。また、最終処分場は真庭市一般廃棄物最終処分場と岡山県中部環境施設組合一般廃棄物最終処分場の2ヶ所が稼働していたが、真庭市一般廃棄物最終処分場は令和4年3月、岡山県中部環境施設組合一般廃棄物最終処分場は平成28年3月に埋立が終了している。そのため、埋立処分については他県の処分場で行っている。



出典：真庭市一般廃棄物資源化基本計画

図 2-9 ごみ処理施設及び最終処分場の分布

表 2-1 ごみ処理施設の概要

施設 項目	真庭北部 クリーンセンター	クリーンセンター まにわ	コスモス クリーンセンター
竣工年数	平成3年度	平成11年度	平成6年度
施設	焼却施設/ 圧縮処理施設	焼却施設/ リサイクルプラザ	焼却施設/ 粗大ごみ処理施設
処理方式	ストーカー炉/ 選別・圧縮	ストーカー炉/ 破碎・選別・圧縮	ストーカー炉/ 破碎・圧縮
処理能力	焼却施設： 20 トン/日 (10 トン/8 h×2 炉) 圧縮処理施設： 4 トン/日	焼却施設： 30 トン/日 (15 トン/8 h×2 炉) リサイクルプラザ： 11 トン/日	焼却施設： 30 トン/日 (15 トン/8 h×2 炉) 粗大ごみ処理施設： 10 トン/日

出典：真庭地域 循環型社会形成推進地域計画

### (3) 有機系廃棄物の有効利用：真庭市くらしの循環センター「まにくるーん」

真庭市では、2015年から生ごみをメタン発酵させてエネルギーやバイオ液肥として利用する事業の実証が行われた。

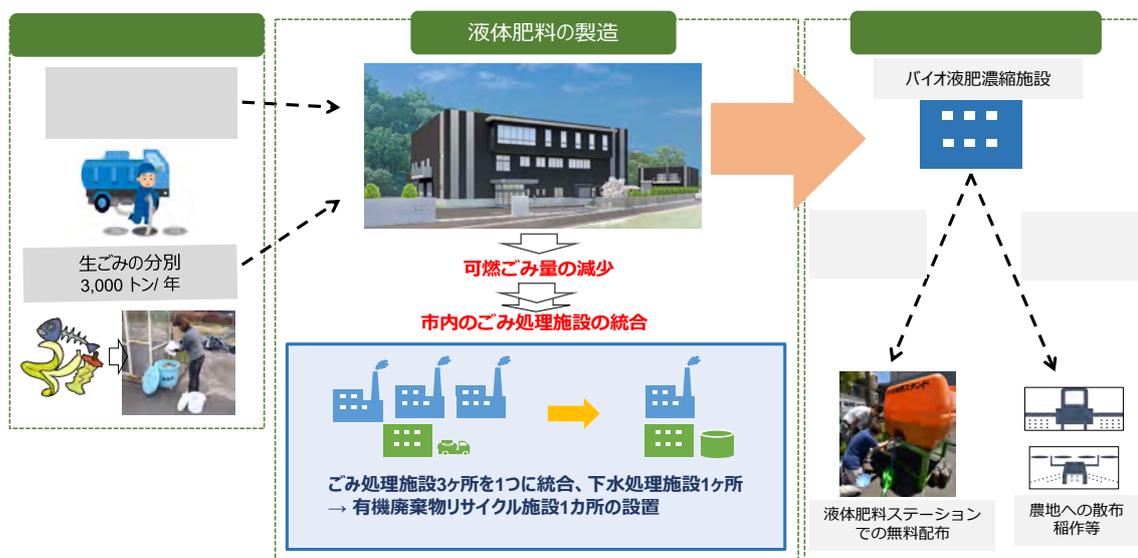
本実証の結果を踏まえて、真庭市くらしの循環センター「まにくるーん」が整備され、2025年1月より操業を開始した。「まにくるーん」では、生ごみ3,000トン及びし尿・汚泥等30,000トンをメタン発酵処理することで、8,000トンの液体肥料を生産することが可能である。生産された肥料は2倍濃縮及び7倍濃縮され、それぞれ400トンが生産される。生産された液体肥料は市民へ無料配布され、農地への散布等の用途で利用される。また、メタン発酵時に発生したメタンガスは発電に利用され、発電された電気は施設の運転に用いられる。

本施設の稼働により、可燃ごみ処理量が低減されるため、現在3ヶ所で稼働している焼却施設を1ヶ所に集約することができる。結果として、廃棄物処理コストの削減及び焼却処理の工程で発生するCO<sub>2</sub>の削減を図ることができる。また、液体肥料によって低コストで資源を循環させる農業を実現させることができる。生ごみの分別・回収を行うためには市民の協力が不可欠であるが、真庭市では各家庭への水切りバケツの配布や24時間利用可能な生ごみステーションの設置などを行うことによって分別・回収システムを構築し、市民からの協力を得ている。



出典：真庭市（20250121 マカッサル市訪問資料）

図 2-10 真庭市くらしの循環センター「まにくるーん」の施設



出典：真庭市（20240913 Maniwa City Presentation）

図 2-11 真庭市くらしの循環センター概要

### 2.1.3 真庭市の取組

真庭市では、市内の豊富なバイオマス資源を市民、事業者、行政が相互に理解・協力しながら有効活用することで地域全体の活性化につなげる「真庭バイオマス産業都市構想」をもとに様々な取組が行われている。「真庭バイオマス産業都市構想」の取組の中では（1）有機系廃棄物資源化事業、（2）真庭バイオマス発電事業、（3）木質バイオマスファイナリー事業が行われている。

#### （1）有機系廃棄物資源化事業

##### ① メタン発酵プラントの実証

「生ごみ資源化促進モデル」として、平成 23~25 年度に真庭市の一部の地域（久世地区）において、生ごみの分別・回収を行い、回収された生ごみを堆肥にして資源化を促進する取組が行われた。生ごみは週 2 回ごみステーション（収集用バケツ）にて回収され、堆肥化施設へ搬入して発酵させることで堆肥化が行われた。本事業では平成 25 年度までに対象地域の約 65 %の世帯から協力を得られたことから焼却ごみ量の削減に大きな効果があった。本事業の結果を踏まえて、真庭市では財政負担を軽減させるため、生ごみ・浄化槽汚泥の液肥化導入、紙ごみの資源化、焼却施設の集約化を基本方針として示した。



出典：真庭市家庭ごみ（生ごみ）資源化促進モデル事業 結果報告

図 2-12 生ごみの資源化促進モデル

「生ごみ資源化促進モデル」で構築された生ごみの回収システムを活用して、生ごみをメタン発酵させることによって資源化する取組が行われた。2014年にメタン発酵プラントを真庭市に設置し、市内約4,000世帯分の生ごみ、し尿・浄化槽汚泥等をメタン発酵プラントにてメタン発酵させることで、有機系廃棄物の液肥化とエネルギー利用の実証を行った。メタン発酵で発生したメタンガスは発電に利用され、発電された電気はFIT (Feed-in Tariff、以下「FIT」) 制度による売電、及びプラント施設内で利用された。生産されたバイオ液肥については農家や一般家庭に提供され、肥料として利用された。FIT売電以外で経済的なバイオガスの利用方法が少ないことやバイオガスの貯蔵ができないといった課題が挙げられたため、次項のバイオガスの精製・生ごみ収集車両への利用実証が行われた。メタン発酵プラントの実証の結果をもとに、真庭市くらしの循環センター「まにくるーん」が建設された。



出典：令和4年度 脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業委託業務成果報告書

図 2-13 メタン発酵実証事業の流れ

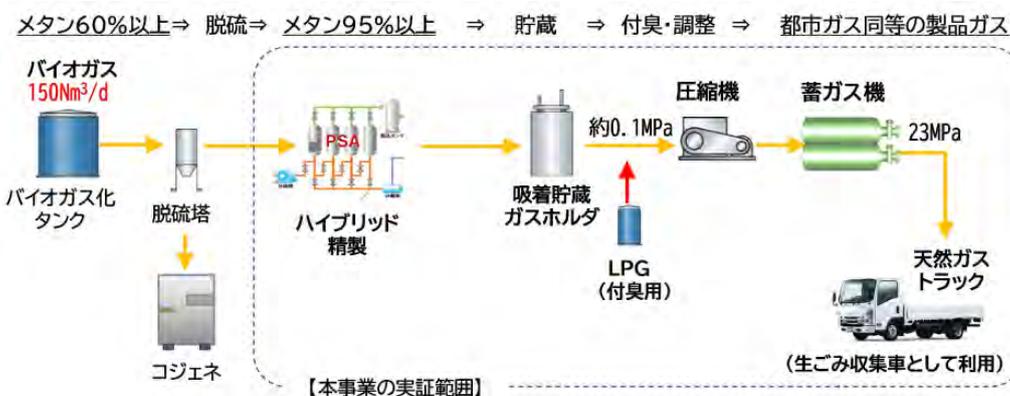
表 2-2 メタン発酵プラントの概要

原料	食品廃棄物（家庭系生ごみ）・牛糞・水産系廃棄物（85%水分 2.5 トン）、 し尿・浄化槽汚泥(99%水分 2.4 トン) 合計 4.9 トン
発酵槽投入量	約 4.9 トン/日（水分約 92%、最大 6 トン/日）
発酵槽液容量	210 m <sup>3</sup> （35 日発酵サイクルとして）
バイオガス成分	メタン(CH <sub>4</sub> ) 60% 以上、二酸化炭素(CO <sub>2</sub> ) 40% 以下、 硫化水素(H <sub>2</sub> S) 10 ppm 以下
発電機	25 kW×1 台
消化液排出量	約 5~6 トン/(TS（固形物濃度）-3~5%)

出典：事業概要(真庭広域廃棄物リサイクル事業協同組合（真庭バイオガス事業実証推進協議会）)

## ② バイオガスの精製・生ごみ収集車両への利用実証

「①メタン発酵プラントの実証」事業において、メタンガスによる発電実証を行った結果、発電効率の悪さや FIT 制度終了後のエネルギーの利用方法の少なさが課題として挙げられたため、設置したメタン発酵プラントの隣に新たにバイオガス精製・吸着貯蔵施設を整備し、CNG（Compressed Natural Gas、以下「CNG」）車両の燃料としてバイオガスを利用することを実証した。バイオガス発電に加えて、バイオガスの精製・貯蔵を行い、そのバイオガスのエネルギー利用の方法として生ごみ収集車両の走行に利用した。また、低圧でのバイオガスの貯蔵も可能になった。なお、本事業は令和3年度から4年間実施した。



出典：令和4年度 脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業委託業務報告書

図 2-14 バイオガスの精製・生ごみ収集車両への利用実証の流れ

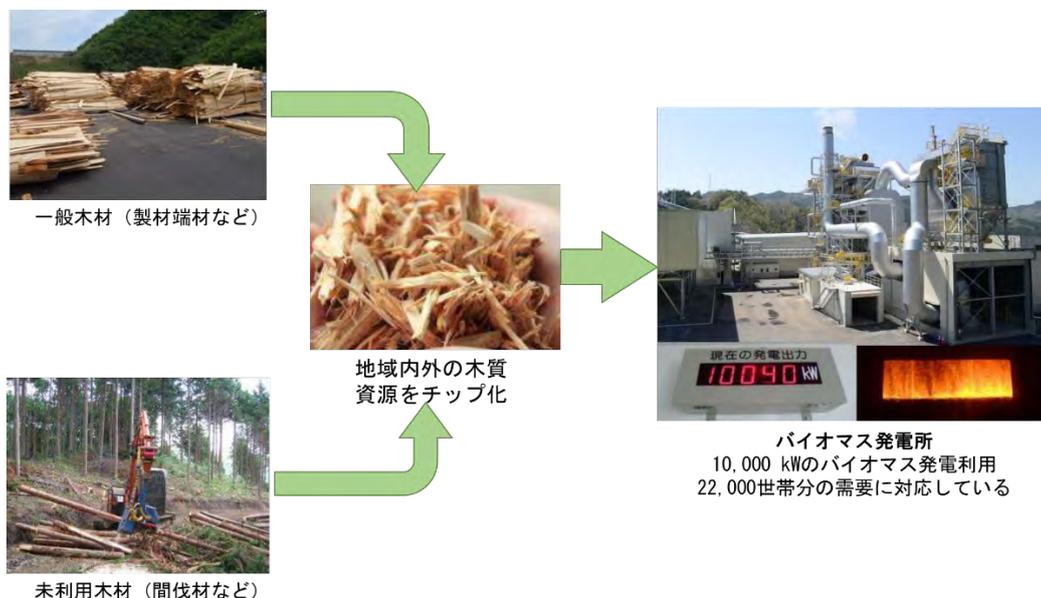
## ③ バイオディーゼル燃料（BDF）の普及事業

真庭市内で回収した天ぷら油の廃食油から BDF（Bio Diesel Fuel、以下「BDF」）を製造して、市内観光や送迎に利用されているディーゼル車の燃料として利用する取組が行われている。現在、年間で約 50,000L の廃食油を回収し、不純物を除去して BDF を製造している。

## (2) 真庭バイオマス発電事業

図 2-15 に示すように、化石燃料の代わりとして一般木材や未利用の木材等の木質資源をチップ化し、バイオマス発電所で木質チップをエネルギー源として発電を行う事業が平成 27 年より行われている。本バイオマス発電所は 10,000 kW の発電能力を有しており、22,000 世帯分の電力需要に対応することが可能である。本バイオマス発電事業により、未利用や処分されていた木材が有価で取引され、素材業者や製材会社の利益向上に繋がっている。

バイオマス発電所が稼働したことによる効果を表 2-3 に示す。発電した電気を売電することで約 17.6 億円の売上をもたらしている他、化石燃料を使用せず処分または未使用となるはずだった木質資源を発電に利用することで CO<sub>2</sub> を約 114,000 トン削減している。さらに、バイオマス発電所の稼働により発電所や林業木材業での雇用を生み出すことが可能となり、バイオマス発電によって真庭市において盛んな産業である林業・木材業の活性化にも繋がっている。



出典：「里山資本主義」真庭の挑戦～地域資源を活かした真庭市の戦略～

図 2-15 バイオマス発電事業の概要

表 2-3 バイオマス発電所稼働による効果

経済効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・売上：約 17.6 億円 (未利用木：一般木 = 6 : 4)</li> <li>・燃料（チップ）購入コスト：約 12.1 億円 (石油購入費の場合 32 億円に相当 ※灯油価格 109 円/L で算出)</li> </ul>
雇用効果	約 50 人 (発電所（直接）：15 名、林業木材業（間接）：35 名)
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CO<sub>2</sub>削減量：約 114,000 トン（発電所では 81,000 トン削減）</li> <li>・エネルギー自給率：11.6 %から 32.4 %に向上</li> </ul>

出典：真庭市（20240913 Maniwa City Presentation）

### (3) 木質バイオマスファイナリー事業

平成16年より真庭市で盛んに行われている木材産業で発生する木くずを原料として木質ペレットが製造されている。木質ペレットは民間事業所や公共施設での熱利用、一般家庭でのストーブの燃料等に利用され、生産量では国内最大手となっている。

	
<p>木質ペレット</p>	<p>バイオマスエネルギーを利用している 真庭市役所</p>

出典：「里山資本主義」真庭の挑戦～地域資源を活かした真庭市の戦略～

近年は木質資源を高付加価値化して、マテリアル利用を図ることで新産業を創出し、さらなる木材資源のカスケード利用を目指している。

**[企業による事業化の状況]**

 <p><b>真庭木材事業協同組合</b> 【高規格木粉の製造】 300マイクロメートル、含水率10%前後など一定の条件・品質を満たす高規格木粉を自社で製造。</p>	 <p><b>真庭バイオケミカル(株)</b> 【CNFを用いた消臭剤の実用化】 CNF（セルロースナノファイバー）の表面に化合物を結合し、様々な悪臭物質に対応する消臭剤を実用化。</p>
 <p><b>モリマシナリー(株)</b> 【LCNF等の実用化】 真庭産ヒノキ由来のLCNF(リグノセルロースナノファイバー)等の研究開発を推進、粉体化にも成功。</p>	 <p><b>FONTEC R&amp;D(株)</b> 【天然甘味料の販売】 砂糖の代わりに中国産の羅漢果（ラカンカ）を使用し、糖質を抑え、高カカオでも甘いチョコレートを製造。従来の高カカオチョコレートに比べ、糖質75%以上カットし、糖質制限者でも食べられる製品。</p>

出典：「里山資本主義」真庭の挑戦～地域資源を活かした真庭市の戦略～

図 2-16 木質資源の利用方法

## 2.2 マカッサル市

### 2.2.1 地域概況

#### (1) 位置・人口

マカッサル市は、スラウェシ州の南部に位置しており、南スラウェシ州の州都である。面積は 175.77 km<sup>2</sup>、人口は 2024 年時点で 1,467,619 人の東インドネシア地域の中心的な都市である。また、マカッサル市は 15 の地区に分けられており、本事業のパイロット地域ハサスディン大学がある Tmalanrea 地区の面積は 38.49 km<sup>2</sup> で 106,262 人が住んでいる。マカッサル市の位置図を図 2-17 に示す。

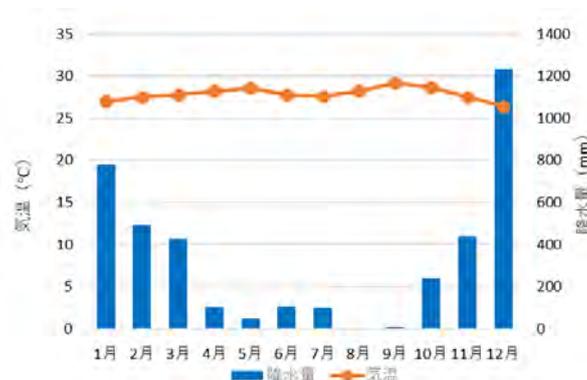


出典：調査団作成

図 2-17 マカッサル市の位置図

#### (2) 気候

マカッサル市の気候は、熱帯モンスーン気候 (Am) に属しており、モンスーンのため冬に弱い乾季がある特徴をもっている。年間の平均気温は 27.9 °C であり、最高月別気温は 29.2 °C (9 月) であり、最低月別気温は 26.4 °C (12 月) である。マカッサル市の年間降水量は 3,970 mm であり、月平均降水量は 330.8 mm である。最高月別降水量は、1,233 mm (12 月) であり、最低月別降水量は 1 mm (8 月) である。マカッサル市の気温及び降水量 (2024 年) を図 2-18 に示す。



出典：調査団作成

図 2-18 マカッサル市の気温及び降水量 (2024 年)

### (3) 産業

マカッサル市の GDP (Gross Domestic Product、以下「GDP」) は、2023 年時点で、卸売業及び小売業、自動車及びオートバイの修理業 20.03 %、製造業 18.83 %、建設業 18.20 %、情報通信業 9.79 %、教育サービス業 8.05 % の 5 つが主要な産業になっている。マカッサル市の産業を図 2-19 に示す。

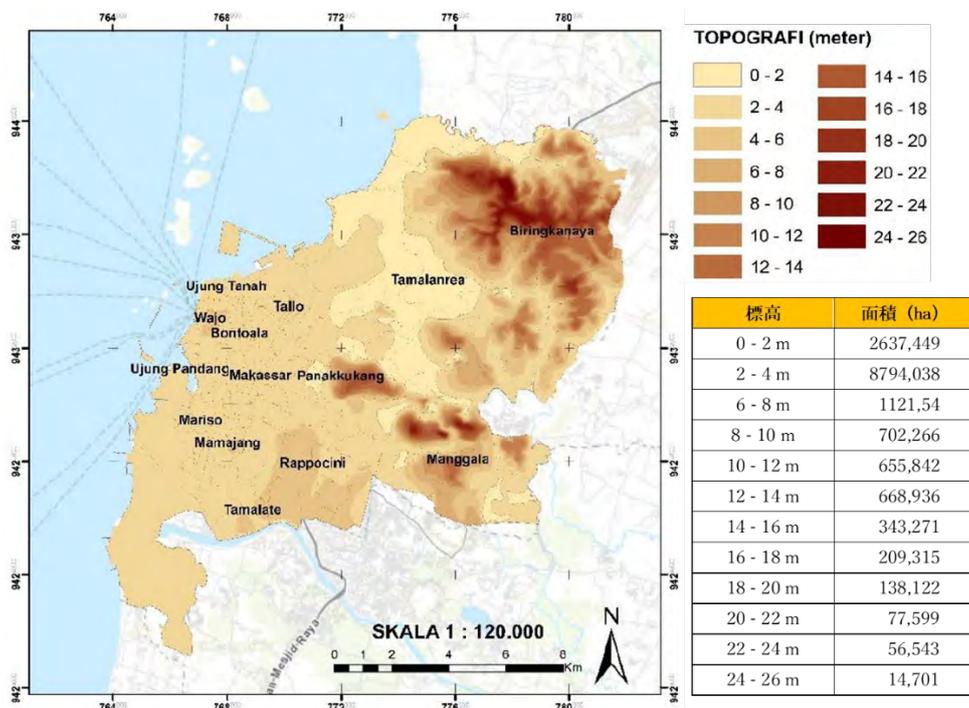
GDP 産業	マカッサル市の GDP の産業分布率 (%)		
	2021	2022	2023
農林水産業	0.48	0.48	0.44
鉱業および採石業	0.00	0.00	0.00
製造業	17.97	18.61	18.83
電気とガス	0.03	0.03	0.03
給水、下水道、廃棄物管理、修復活動	0.18	0.18	0.17
建設	18.99	18.60	18.20
卸売業および小売業、自動車およびオートバイの修理業	19.84	20.10	20.03
輸送と保管	2.27	2.62	2.89
宿泊・飲食サービス業	1.79	2.03	2.14
情報通信	10.09	9.65	9.79
ファイナンスと保険	5.59	5.51	5.43
不動産	3.48	3.39	3.32
コーポレーションサービス	1.11	1.20	1.26
行政、防衛、社会保障	3.42	3.22	3.32
教育サービス	8.86	8.35	8.05
保健サービスと社会活動	3.36	3.38	3.43
その他サービス	2.55	2.64	2.76

出典：マカッサル市中央統計局（2023 年）

図 2-19 マカッサル市の産業

### (4) 地形

マカッサル市の標高は 0 m ~ 26 m となっている。沿岸部の標高は約 10 m であるが、内陸側には、20 m を超える地域もある。また、標高 0 m ~ 4 m がマカッサル市の面積のおよそ 80 % を占めている。マカッサル市の標高を図 2-20 に示す。



出典：LAPORAN AKHIR ~KAJIAN PEMBAYARAN SAMPAH DENGAN MEKANISME GU (GANTI UANG) PADA PROGRAM BANK SAMPAH KOTA MAKASSAR TAHUN 2024~

図 2-20 マカッサル市における標高

## 2.2.2 廃棄物管理の実態

### (1) 廃棄物管理の組織・法規

マカッサル市の環境局 (Dinas Lingkungan Hidup、以下「DLH」)によって廃棄物処理・処分施設の建設及び管理が行われている。マカッサル市の主な廃棄物管理に関する法規・条例を表 2-4 に示す。

表 2-4 マカッサル市における廃棄物管理に関する法規・条例

名称
Law No. 18 of 2008 Concerning Waste Management
PP Number 81 of 2012 Concerning Management of Household Waste and Waste Similar to Household Waste
Presidential Decree Number 97 of 2017 Concerning National Policy and Strategy for Household Waste Management and Waste Similar to Household Waste
Presidential Decree Number 35 of 2018 Concerning the Acceleration of the Development of Waste Processing Installations into Electrical Energy Based on Environmentally Friendly Technology
Minister of Environment and Forestry Regulation Number 14 of 2021 Concerning Waste Management at Waste Banks
Makassar City Waste Management Master Plan 2024-2033
Makassar City Regional Regulation Number 4 of 2011 Concerning Waste Management
Makassar City Mayor Regulation Number 3 of 2015 concerning Delegation of Authority for Collecting Retributions
Makassar City Mayor Regulation Number 6 of 2015 Concerning Procedures for Collecting Retributions
Makassar City Mayor Regulation Number 36 of 2018 Concerning Regional Policies and Strategies in the Management of Household Waste and Waste Similar to Household Waste
Makassar City Mayor Regulation Number 67 of 2017 Concerning the Establishment, Position, Organizational Structure, Duties and Functions and Work Procedures of the Waste Bank UPT at the Environmental Service
Makassar City Mayor Regulation Number 27 of 2022 Concerning Institutional Arrangement and Strengthening the Function of RT Chairman
Makassar City Mayor Regulation Number 21 of 2023 Concerning the Prohibition of the Use of Plastic Bags
Regional Regulation Number 1 of 2024 Concerning Regional Taxes and Retribution
Makassar Mayor Regulation Number 56 of 2015 Concerning Review of Waste Service Retribution Fees
Mayoral Regulation 115 of 2016 Concerning the Position, Organizational Structure, Duties and Functions and Work Procedures of Sub-districts

出典：調査団作成

現在、DLH では主に下記の廃棄物削減戦略に従って、活動を計画・実施している。

1. 有機系廃棄物のリサイクルについて地域社会へ周知・教育活動
2. ごみ銀行への参加の拡大
3. 廃棄物処理施設におけるリユース・リデュース・リサイクルの促進
4. レジ袋使用規制の強化

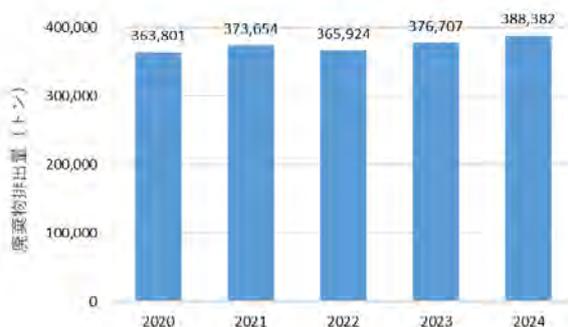
### (2) 廃棄物排出量の実態

マカッサル市の年間廃棄物排出量は 2024 年で 388,382 トン/年であり、1 日当たり 1,064 トン/日の廃棄物が排出されている。この 1,064 トンを基に一人当たりの廃棄物排出量を算出すると、概ね 0.72 kg/日となった。マカッサル市の年間廃棄物排出量の推移を図 2-21 に示す。

マカッサル市の廃棄物収集は、小型バイクを使用して各家庭から1日に2回収集されている。市内に99ヶ所あるTPS（Tempat Pembuangan Sementara、以下「TPS」）もしくはTPS-3R（Tempat Pengelolaan Sampah 3R、以下「TPS-3R」）に一時保管され、マカッサル市の廃棄物収集トラックに積み替えている。廃棄物収集トラックは積み込みが完了した後にTamangapa 処分場にごみを搬入している。TPS-3R 施設では有価物を分別・収集しているが、多くの廃棄物が分別されないままTPSで保管されTamangapa 処分場に埋立されている。地区別TPSの数を表2-5、マカッサル市の廃棄物フロー図を図2-22に示す。

表 2-5 地区別 TPS の数

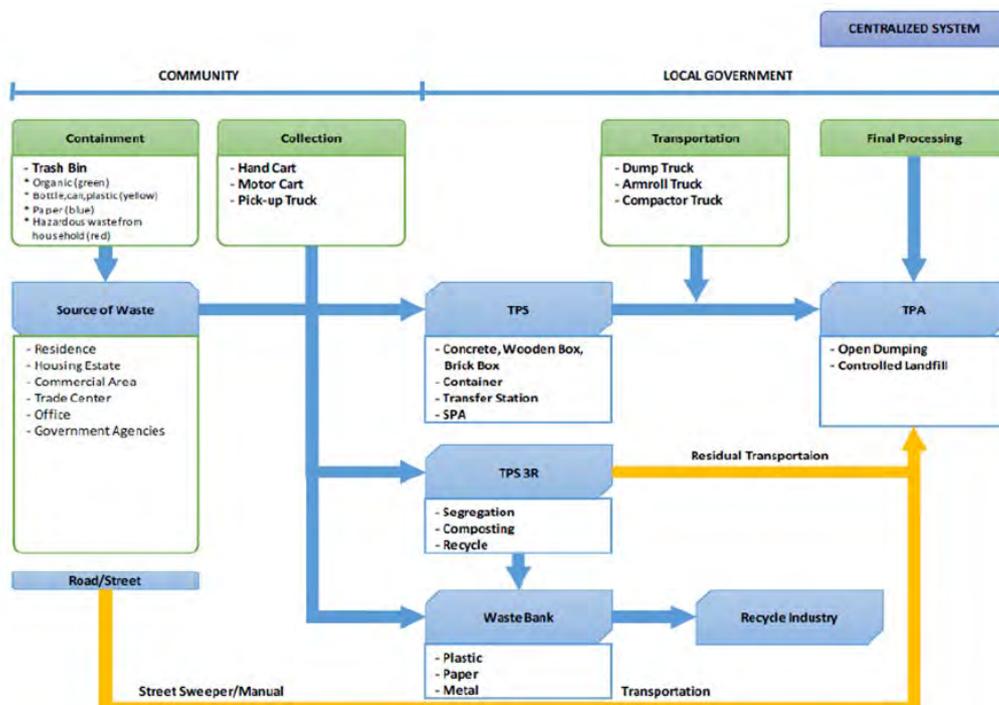
地域	TPS の数
Rappocini District	9
Biringkanaya District	11
Tamalate District	8
Sangkarrang District	2
Bontoala District	12
Ujung Tanah District	6
Tallo District	10
Makassar District	5
Ujung Pandang District	2
Mariso District	3
Mamajang District	5
Manggala District	6
Panakukang District	11
Tamalanrea District	7
Wajo District	2
合計	99



出典：マカッサル市

図 2-21 マカッサル市の年間廃棄物排出量の推移

出典：マカッサル市



出典：MAKASSAR URBAN SITUATION ASSESSMENT

図 2-22 マカッサル市における廃棄物フロー

TPS-3R では、紙類やプラスチックなどの様々な有価物のリサイクル活動が行われている。マカッサル市には9つの TPS-3R が設置されているが、メンテナンス等の管理に課題があり十分に機能していない TPS-3R がいくつかあるのが現状である。マカッサル市の TPS-3R を表 2-6 に示す。



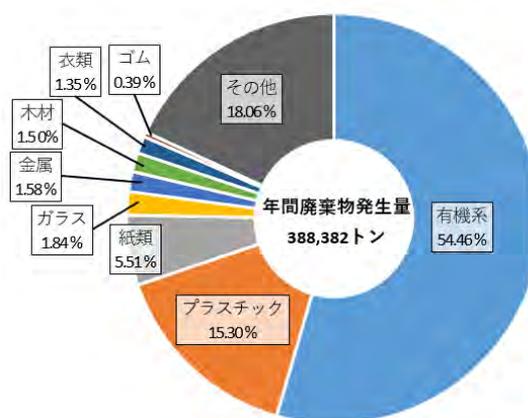
表 2-6 マカッサル市の TPS-3R

No	Name	Address
1	Untia	Jl. Salodong
2	Panambungan/Ksm Rusunawa Mariso	Jl. Rajawali Lr.13
3	Sambung Jawa	Jl. Tanjung Alam No. 153, Sambung Jawa
4	Tamalanrea	JL. Tamalanrea
5	Darul Aman	Jl. Kha, Jabbar Ashiri 1
6	Barrang Lompo	Pulau Barrang Lompo
7	Kodingareng	Pulau Kodingareng
8	Kanrerong	Jl. R.A Kartini, Baru Kec.ujung Pandang
9	Bina Warga	Jl. Pahlawan (Perkuburan Bulurokeng)

出典：マカッサル市

### (3) マカッサル市のごみ組成

マカッサル市のごみ組成は、有機系廃棄物が全体の 54.46% を占めており、次にプラスチックが 15.30%、紙類が 5.51% となっている。ガラスや金属、木材等は 2% 以下となっている。マカッサル市におけるごみ組成を図 2-23 に示す。



出典：マカッサル市

図 2-23 マカッサル市におけるごみ組成

#### (4) ごみ銀行

マカッサル市内には 696 ヶ所のごみ銀行が設置されており、493 ヶ所のごみ銀行が活発に活動している。ごみ銀行では、紙類、プラスチック、金属類などの様々な有価物が回収されており、銀行が発行している手帳を使って有価物の持ち込みで得た報酬が管理されている。

	
<p>有価物の種類</p>	<p>ごみ銀行の手帳</p>
	
<p>回収された有価物（紙類）</p>	<p>回収された有価物（廃油）</p>
	
<p>リサイクル品の展示</p>	<p>コンポスト</p>

#### (5) Tamangapa 処分場

マカッサル市で唯一の処分場である Tamangapa 処分場は 1992 年より供用を開始しており、1 日の搬入量は約 700～800 トン/日で、約 300 台の収集車両によって搬入されている。Tamangapa 処分場は、17 機の重機で日常の運転管理が実施されており、従業員 57 名が 2 交代制で運転している。また、処分場内にコンポスト施設があり、有機系廃棄物を選別してコンポストを製造している。

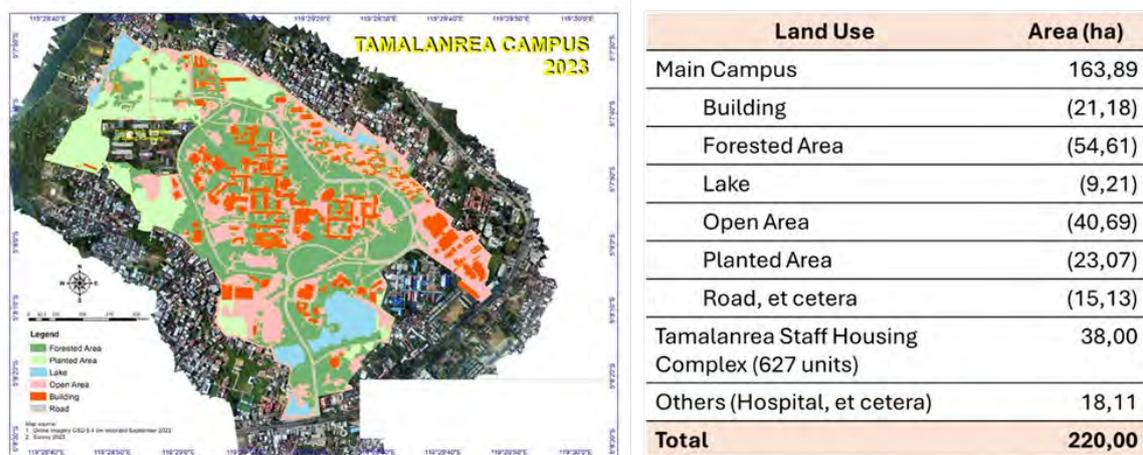
Tamangapa 処分場では、浸出水の集排水が十分でなく、また、浸出水処理施設も整備されていないため、周辺環境への影響が懸念される。

	
処分場の計量機	覆土した埋立区画
	
廃棄物の積み下ろしの様子	重機による埋立作業
	
コンポスト施設の様子	コンポスト施設の様子

## 2.3 ハサヌディン大学

### 2.3.1 大学の概要

マカッサル市にあるハサヌディン大学は、従業員 1,409 人、学生 43,546 人の合計 44,955 人が所属しており、インドネシアのトップ 10 に入る著名な大学である。大学の敷地面積は 220.00 ha、メインキャンパスは 163.89 ha であり、17 学部と 25 施設の研究所・研究センターがある。ハサヌディン大学の位置図及び面積を図 2-24 に、ハサヌディン大学の所属人数を図 2-25 に示す。



出典：ハサヌディン大学

図 2-24 ハサヌディン大学の位置図及び面積

Status	People
Employee (lecturers, administration staffs, hospital staffs)	1.409
Students	43.546
<b>Sub Total</b>	<b>44.955</b>
Student Dormitory Capacity (1176 room)	2.354
Hasanuddin University Hospital In-patience Out-patience (people/year)	
Wahidin Sudirohusodo Hospital In-patience Out-patience (people/year)	50.000
Unhas Hotel and Convention Room Capacity (79 rooms) Hotel Staff	200
Tamalanrea Staff Housing Complex (627 units)	3.135
<b>Total</b>	

出典：ハサヌディン大学

図 2-25 ハサヌディン大学の所属人数

## 2.3.2 廃棄物管理及び排水処理の実態

### (1) 廃棄物管理の関連組織

ハサヌディン大学は、2022年から「Zero Waste Campus（以下、「ZWC」）」というコンセプトのもと、大学から発生した廃棄物を大学で処理することを目指している。大学で持続可能な廃棄物処理システムを構築することで、将来的にインドネシアの大学全ての模範になることを目標としている。しかし、ハサヌディン大学には廃棄物管理を一元的に行う組織は存在せず、基本的に発生した廃棄物は各学部によって大学内の TPS に運搬するなど学部によって管理されている。ほかには、Tamangapa 処分場への廃棄物運搬の管理をしている Logistic department や廃棄物排出量の測定を行う Division of Waste under the Green Metric Team などの組織も存在している。

### (2) 廃棄物排出量の実態

ハサヌディン大学の1日当たりの廃棄物排出量は約10トンと推察されており、そのうち3.4トン/日の廃棄物が Tamangapa 処分場に搬入されている。収集頻度は1週間に5～6回である。

大学から発生した廃棄物は、1週間に5～6回程度の頻度で収集され大学内の TPS（大学内に8ヶ所）に運搬され、一時的に保管される。その後、Tamangapa 処分場に搬入される。しかし、大学内に多くのごみ箱が設置されているのにも関わらず、廃棄物が道端や側溝に投棄されている状況が散見される。

大学内に廃棄物を処理・処分する施設はなく、全ての廃棄物は Tamangapa 処分場に搬入される。また、大学内にごみ銀行が1ヶ所設置されているが、常駐で管理している人がおらず十分に機能していない。





### (3) 排水処理施設

排水処理施設はハサヌディン大学とハサヌディン大学が運営している UNHAS Hotel & Convention の2カ所に設置されており、どちらも容積は1,300m<sup>2</sup>である。ハサヌディン大学の排水処理施設は生活雑排水を含めすべての排水が処理されている。施設管理担当者へのヒアリングによれば、排水処理施設は汚泥発生を抑制した技術が適用されていることから、汚泥の引抜きの頻度は高くないとのことである。



### 2.3.3 計画

ハサヌディン大学は、ZWCを実現するために、学校行事の際に廃棄物管理イベントの開催やTPSに持ち込まれるごみの分別促進など様々な計画を検討している。その中でも統合型TPS-3Rの建設計画を積極的に進めており、既に候補地の選定及び施設の設計を行っている。現在のTPS-3Rとごみ銀行はそれぞれの施設で運営されているが、大学内に設置予定の統合型TPS-3Rは、ごみ銀行も管理する総合廃棄物処理施設となっている。また、処理施設として運営するだけでなく、廃棄物に関する研究機関として生徒への教育の場としても活用する予定である。TPS-3Rのイメージ図を図2-26に示す。



出典：ハサヌディン大学

図 2-26 TPS-3R のイメージ図



### 3 都市間の連携・交流に係る活動

#### 3.1 第1回現地渡航（キックオフ会議）

##### 3.1.1 渡航概要

###### (1) 目的

本渡航の目的は下記のとおりである。

- ・マカッサル市及びハサヌディン大学とキックオフ会議の開催
- ・マカッサル市及びハサヌディン大学の担当者と協議
- ・インドネシア日本大使館及び JICA インドネシア事務所への表敬

###### (2) スケジュール及び訪問先

本渡航の調査団の活動スケジュール及び訪問先は下記のとおりである。

渡航日程	8月15日～8月24日
渡航者	足立、中野（八千代） 牧、妹尾、川中（全国環境連）

###### 日程

2024	調査団の活動				場所
	牧、妹尾、川中 （全環連） 8/15~8/22 （従事日数：7日間）	足立 （八千代） 8/17~8/24 （従事日数：8日間）	中野 （八千代） 8/20~8/23 （従事日数： 4日間）		
1	8/15	木	移動（日本ーインドネシア）	—	—
2	8/16	金	移動（日本ーインドネシア）	—	—
3	8/17	土	—	移動（ベトナムーインドネシア）	—
4	8/18	日	AMDA インドネシアと協議、セミナー出席		バリ
5	8/19	月	AMDA インドネシアと協議、ハサヌディン大学と協議		バリ
6	8/20	火	キックオフ会議（マカッサル市 ※ハサヌディン大学立会） マカッサル市と担当者協議、横浜市と担当者協議		マカッサル
7	8/21	水	移動（インドネシアー日本）	キックオフ会議（ハサヌディン大学） ハサヌディン大学と担当者協議	マカッサル
8	8/22	木	移動（インドネシアー日本）	議事録作成・資料整理	ジャカルタ
9	8/23	金	—	JICA インドネシア事務所・JICA 長期専門家（環境 林業省）、日本大使館(ジャカルタ)への表敬	ジャカルタ
10	8/24	土	—	移動（インドネシアー日本）	—

##### 3.1.2 活動の内容

###### (1) キックオフ会議（マカッサル市）

マカッサル市市長からスマートシティや廃棄物処理に対する取組や方針について紹介がされた。その後、日本側より本事業全体の概要を説明し、本事業に関して意見交換・質疑応答を行った。マカッサル市では、廃棄物の削減及びスマートシティに向けた有機系廃棄物の有効利用が重要な課題となっていることから、真庭市の取組がマカッサル市の低炭素社会の実現に貢献することへの期待が示された。なお、同会議にはマカッサル市領事事務所の所長も出席された。本会議の概要を表 3-1 に示す。

表 3-1 キックオフ会議（マカッサル市）の概要

会議名	キックオフ会議（マカッサル市）
日付	2024年8月20日（火）14:00～
場所	マカッサル市役所市長会議室
日本側出席者	合計：10名 （マカッサル市領事事務所：大橋 貢一） （八千代：5名、全国環境連：3人）
インドネシア側出席者	合計：18名 （マカッサル市：13名、ハサヌディン大学：5名）

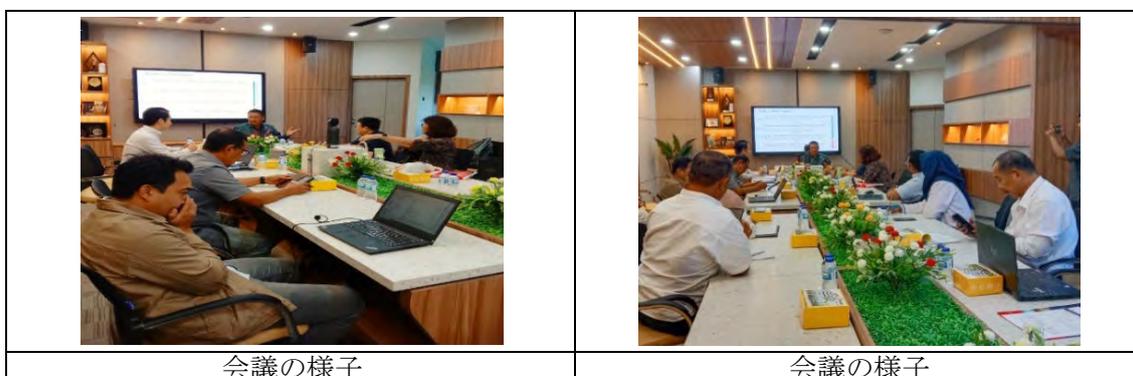


(2) キックオフ会議（ハサヌディン大学）

ハサヌディン大学の副学長から大学の ZWC の実現に向けた取組が紹介された。その後、マカッサル市とのキックオフ会議と同様に日本側から本事業全体の概要を説明したのち協議を行った。概要を表 3-2 に示す。

表 3-2 キックオフ会議（ハサヌディン大学）の概要

会議名	キックオフ会議（ハサヌディン大学）
日付	2024年8月21日（水）9:30～
場所	ハサヌディン大学副学長会議室
日本側出席者	合計：3名 （八千代：3名）
インドネシア側出席者	合計：12名 （ハサヌディン大学：12名）



## 3.2 第2回現地渡航（廃棄物調査）

### 3.2.1 渡航概要

#### (1) 目的

本渡航の目的は下記のとおりである

- ・マカッサル市及びハサヌディン大学の担当者と協議
- ・ハサヌディン大学のコンポスト施設及び処理施設の視察
- ・有機系廃棄物に係る実態調査（ごみ量ごみ質調査）の実施
- ・最終処分場の視察

#### (2) スケジュール及び訪問先

本渡航の調査団の活動スケジュール及び訪問先は下記のとおりである。

渡航日程	9月17日～9月26日
渡航者	濱田、池田、中野（八千代） 原（岡山大学） 牧、妹尾、川中（全国環境連）

#### 日程

2024	調査団の活動				場所
	濱田、池田 (八千代) 9/17~9/26 (従事日数：10日間)	原 (岡山大学) 9/17~9/24 (従事日数：8日間)	牧、妹尾、川中 (全国環境連) 9/18~9/21 (従事日数：4日間)	中野 (八千代) 9/18~9/19 (従事日数：2日間)	
1	9/17	火	移動（日本ージャカルタ）	—	—
2	9/18	水	移動（ジャカルターマカッサル） ハサヌディン大学視察	アグネス 打合せ	移動（ジャカルターマカッサル） ハサヌディン大学 視察
3	9/19	木	アグネス先生打合せ ハサヌディン大学視察 ごみ量・ごみ質調査(9/17~24)	汚水処理 施設視察	アグネス先生打 合せ
4	9/20	金	マカッサル市・ハサヌディン大学協議 領事館表敬	—	マカッサル
5	9/21	土	マカッサル市視察 (病院、排水処理施設) 地元建設業者打合せ	—	マカッサル
6	9/22	日	マカッサル市視察（TPS-3R,WB など）	—	マカッサル
7	9/23	月	マカッサル市視察 (TPS-3R,WB,ごみ収集) 最終処分場視察	移動（マカッサル ージャカルタ）	—
8	9/24	火	アグネス先生打合せ ごみ量・ごみ質調査 (9/17~24)	移動（ジャカル ター日本）	—
9	9/25	水	移動（マカッサルージャカルタ）	—	—
10	9/26	木	移動（ジャカルター日本）	—	—

### 3.2.2 活動の内容

#### (1) マカッサル市及びハサヌディン大学との業務進捗会議

8月のキックオフ会議で合意した方針に基づいて本事業に係る活動を実施することについて再確認するとともに、マカッサル市及びハサヌディン大学における廃棄物管理の今後の取組・方針について確認を行った。また、第2回現地渡航における活動及び調査の内容を説明し、協力を依頼して承諾を得た。会議では、9月にマカッサル市が実施した真庭市における視察の結果・成果について報告があった。本会議の概要を表3-3に示す。

表 3-3 業務進捗会議の概要

会議名	業務進捗会議（マカッサル市及びハサヌディン大学）
日付	2024年9月20日（金）10:30～
場所	ハサヌディン大学副学長会議室
日本側出席者	合計：8名 （八千代：3名、全国環境連：4名、岡山大学：1名）
インドネシア側出席者	合計：25名 （マカッサル市：9名、ハサヌディン大学：16名）



会議の様子

会議の様子

#### (2) ハサヌディン大学との協議

ハサヌディン大学内における廃棄物の排出、収集、処理・処分などの廃棄物管理の状況について確認した。加えて、有機系廃棄物の発生状況や有価物のリサイクルの状況について確認した。また、大学の今後の基本方針や廃棄物管理に係わる将来計画などを確認したほか、大学のキャンパス内における廃棄物管理の方向性について確認・協議した。本協議の概要を表3-4に示す。

表 3-4 ハサヌディン大学との協議の概要

会議名	第1回ハサヌディン大学の廃棄物関連会議
日付	2024年9月19日（木）10:30～
場所	ハサヌディン大学会議室
日本側出席者	合計：5名 （八千代：1名、岡山大学：1名）
インドネシア側出席者	合計：5名 （ハサヌディン大学：5名）

### (3) ハサヌディン大学と岡山大学の交流

ハサヌディン大学と岡山大学で、本事業の中で実施する活動について協議した。有機系廃棄物の有効利用にあたっては、発生源における分別が非常に重要であることから学生等の排出者の意識について調査することとした。また、本事業における大学の学生間交流の実施について協議した。

### (4) ハサヌディン大学内の施設の視察

#### ① 病院

病院から排出される廃棄物は、医療廃棄物、注射針、一般廃棄物の3つに分別されて排出されており、回収された廃棄物は、医療廃棄物と一般廃棄物が別の保管施設で保管されている。本病院内には焼却炉があるが、現在は稼働しておらず、中間処理は外部に委託している。



#### ② 学生寮

キャンパス内には5つの学生寮があり、学生寮では各部屋にごみ箱を設置しているが、自炊を行っている学生は多くないことから有機系の廃棄物の排出は多くないとのことであった。



### ③ ごみ質調査の実施

ハサヌディン大学の協力のもと、ごみ量ごみ質調査を実施した。本調査は、同様の調査を実施した経験がある関係者を中心として、ボランティアの学生がごみ量の計量やごみ組成の選別を行った。

### (5) マカッサル市内の施設の視察

比較的に大きな施設には排水を処理する施設が整備されているが、十分な処理が行われていない。また、市内の河川や排水路などを視察した。未処理の排水が放流されているのが確認されたほか、河川には多くの廃棄物が浮遊しているのが確認された。





### (6) 第1回マカッサル市領事事務所への表敬

マカッサル市領事事務所を表敬し、マカッサル市領事事務所の所長である大橋 貢一に本事業の活動状況や今後の方針等を説明した。また、マカッサル市に関する情報共有をはじめとする本事業の協力を依頼し承諾を得た。表敬の概要を表 3-5 に示す。

表 3-5 第1回マカッサル市領事事務所への表敬の概要

会議名	第1回マカッサル市領事事務所への表敬
日付	2024年9月20日(金) 15:00～
場所	マカッサル市領事事務所
日本側出席者	合計：7名 (八千代：2名、全国環境連：4名、岡山大学：1名)
インドネシア側出席者	合計：1名 (ハサヌディン大学：1名)

## 3.3 第3回現地渡航(ワークショップ)

### 3.3.1 渡航概要

#### (1) 目的

本渡航の目的は下記のとおりである。

- ・ワークショップの開催
- ・マカッサル市及びハサヌディン大学の担当者と協議
- ・ハサヌディン大学コンポストの施設及び処理施設の視察
- ・最終処分場の視察

#### (2) スケジュール及び訪問先

本渡航の調査団の活動スケジュール及び訪問先は下記のとおりである。

渡航日程	1月15日～1月24日
渡航者	濱田、池田、伊藤(八千代) 伊藤副市長、石田(真庭市) 河野、牧、川中、妹尾、高岩、上田、大川(全国環境連) 山口(真庭リ協)

日程

2025	調査団の活動					場所
	濱田、池田、伊藤 (八千代) 1/15~1/24 (従事日数:10日間)	伊藤副市長、 石田、山口 (真庭市、真庭リ協) 1/18~1/22 (従事日数:5日間)	河野、牧、川中、妹尾、 高岩、上田、大川 (全国環境連) 1/17~1/24 (従事日数:6日間)	原 (岡山大学) 1/21 (従事日数:1日間)		
1	1/15	水	移動 (日本—ジャカルタ)	—	—	—
2	1/16	木	移動 (ジャカルタ—マカッサル)	—	—	—
3	1/17	金	ハサヌディン大学打合せ	—	移動 (日本—ジャカルタ)	マカッサル
4	1/18	土	マカッサル市視察・協議	国内移動	—	マカッサル
5	1/19	日	ハサヌディン大学視察 マカッサル市視察	移動 (日本—ジャカルタ)	—	マカッサル
6	1/20	月	ワークショップ 事前打合せ (アグネス先生等)	大使館表敬 移動 (ジャカルタ—マカッサル)	—	ジャカルタ マカッサル
7	1/21	火		マカッサル市表敬 ワークショップ 実施	ワークショップ (オンライン参加)	マカッサル
8	1/22	水	ハサヌディン大学視察等 新谷専門家打合せ	ハサヌディン大学視察, 最終処分場視察 移動 (マカッサル—バリ)	—	マカッサル
9	1/23	水	マカッサル市協議 移動 (マカッサル—ジャカルタ)	—	移動 (バリ—ジャカルタ)	—
10	1/24	金	移動 (ジャカルタ—日本)	—	移動 (ジャカルタ—日本)	—

### 3.3.2 活動の内容

#### (1) ハサヌディン大学との協議

ハサヌディン大学キャンパスを対象としたごみ量ごみ質調査の結果について確認・協議した。ごみ組成の結果においては、各種の廃棄物の発生状況及びマテリアルフローを確認するとともに、有機系廃棄物及び有価物の分別・リサイクルの可能性などについて協議した。本協議の概要を表 3-6 に示す。

表 3-6 ハサヌディン大学との協議の概要

会議名	第2回ハサヌディン大学の廃棄物関連協議
日付	2025年1月17日(木) 14:00~
場所	UNHAS Hotel & Convention
日本側出席者	合計:4名 (八千代:4名)
インドネシア側出席者	合計:3名 (ハサヌディン大学:3名)

#### (2) 現地視察

##### ① AMDA 農園

ハサヌディン大学及び AMDA で共同して実施している有機農業の現場を視察した。市内から東側の内陸に約 50 km 離れた農地で、2014 年から有機米の稲作を行っている。稲作に当たって、化学肥料や農薬を使用していないことから、生ごみ等から製造したコンポストや液肥の利用について意見交換を行った。



稲作の様子

稲作の様子

## ② Tamangapa 処分場

第2回渡航時に視察した9月は乾季であったが、雨季である1月に処分場を訪問して、雨季の運転・管理状況を確認した。前回の視察時と比較して、降雨が多いことから場内道路の状況が非常に悪く、埋立区画周辺に多くの浸出水が確認された。

## (3) マカッサル市長への表敬

マカッサル市長及び真庭市伊藤副市長からそれぞれ挨拶を行った後、真庭市及びマカッサル市の双方より市の概要や市における様々な取組について説明し、意見交換を行った。表敬の概要を表3-7に示す。

表 3-7 マカッサル市長への表敬の概要

会議名	マカッサル市長への表敬
日付	2025年1月21日(火) 9:00～
場所	マカッサル市長邸
日本側出席者	合計：12名 (真庭市：2名、全国環境連：6名、真庭リ協：1名、八千代：3名)
インドネシア側出席者	合計：3名 (ハサヌディン大学：3名)



マカッサル市長表敬の様子

真庭市副市長の挨拶



真庭市からの説明

マカッサル市からの説明

#### (4) ワークショップ

ハサヌディン大学にあるホテルの会議室（Convention room）において、ワークショップを1月21日に開催した。本ワークショップは、日本の真庭市及び岡山大学とオンラインでつなぎハイブリットで実施した。本ワークショップには、マカッサル市の関係者やハサヌディン大学の関係者及び学生が参加しており、日本側の出席者を含めて、90名（日本側19名、インドネシア側：69名）が参加した。

本ワークショップでは、冒頭でマカッサル市長代理、真庭市太田市長（オンライン参加）、ハサヌディン大学学長が挨拶した。その後、真庭市より市における取組に関してプレゼンテーションを行った後、引き続いてマカッサル市と真庭市の都市間連携に関してパネルディスカッションを行った。

午後のセッションでは、全国一般廃棄物環境整備協同組合連合会（全環連）及び岡山大学の原教授（オンライン参加）から廃棄物管理の重要性に関してプレゼンテーションを行った。続いて、ハサヌディン大学から大学における廃棄物管理の現状に関してプレゼンテーションを行った後、ハサヌディン大学における今後の取組に関してパネルディスカッションを行った。

また、今回のごみ量ごみ質調査に協力してくれたハサヌディン大学の学生に対して、証明書（Certificate）を授与した。本ワークショップの概要を表3-8に示す。

表 3-8 ワークショップの概要

会議名	ワークショップ
日付	2025年1月21日（火）10:30～
場所	UNHAS Hotel & Convention
日本側出席者	合計：19名 （真庭市：2名、八千代：5名、全国環境連：7名、真庭り協：1名、通訳：2名）
インドネシア側出席者	合計：69名 （マカッサル市、ハサヌディン大学）

### ワークショップのプログラム

Time	Agenda	Presenter/Moderator
10:30~10:40 (10 min)	Welcome Address by Makassar City	Mr. ramdhan Pomanto (Mayor of Makassar City)
10:40~10:50 (10 min)	Opening Remarks by Maniwa City	Mr. Oota Noboru (Mayor of Maniwa City)
10:50~11:00 (10 min)	Keynote Remarks by Hasanuddin University	Mr. Jamahuddin Jompa (UNHAS president)
11:00~11:20 (20 min)	Presentation by Maniwa City	Mr. Ishida Akiyoshi (Maniwa city)
11:20~11:50 (30 min)	Panel Discussion (City-to-city collaboration)	Related Agencies of Makassar City
11:50~12:00 (10 min)	Photo	-
12:00~14:00 (120 min)	Lunch	-
14:00~14:20 (20 min)	1. Goodwill message 2. Presentation by National General Waste Environmental Improvement Cooperative Association	1. Mr. Kawano Masami (National General Waste Environmental Improvement Cooperative Association)
14:20~14:40 (20 min)	Presentation by Okayama University	Mr. Hara Yuichi (Okayama University)
14:40~14:55 (15 min)	Presentation by Makassar City (Basic Policy)	Head of Environment Agency Makassar City Mr. Firman Pagarra
14:55~15:10 (15 min)	Presentation by Hasanuddin University (Action Plan)	Dr. Irwan Ridwan Rahim
15:10~15:30 (20 min)	Panel Discussion	Vice Rector IV, Head, Head of LPPM, Environment Studies Center Moderator Prof. Agnes
15:30~15:40 (10 min)	Break Time	-
15:40~16:40 (60 min)	Q&A	Moderator
16:40~16:50 (10 min)	Closing Remarks	Head of Environment Agency Makassar City (Mr. Firman Pagarra)
16:50~17:00 (10 min)	Photo	



真庭市太田市長の挨拶（オンライン）



パネルディスカッション（都市間連携）



岡山大学からの説明（オンライン）



参加者との質疑応答



証明書 (Certificate) 授与の様子

全体の集合写真

### (5) DLH との協議

マカッサル市における廃棄物管理の現状及び直面している課題等についてDLHと協議し、マカッサル市の廃棄物管理や再生可能エネルギーに係る情報を収集した。また、今後のハサヌディン大学における活動に関して協議したほか、マカッサル市への展開について意見交換した。本会議の概要を表 3-9 に示す。

表 3-9 DLH との会議の概要

会議名	DLH との協議
日付	2025年1月23日(木) 10:30～
場所	マカッサル市環境局会議室
日本側出席者	合計：3名 (八千代：3名)
インドネシア側出席者	合計：10名 (マカッサル市：10名)



協議の様子

マカッサル市の現状に係る説明

### (6) マカッサル市領事事務所への表敬

マカッサル市領事事務所へ表敬し、本事業に係る活動の進捗状況を説明した。また、新谷専門家を22日に表敬し、本事業の概要及び活動の進捗状況を説明して、意見交換を行った。

## 4 本邦研修

### 4.1 本邦研修の概要

10月19日～10月26日にマカッサル市及びハサスディン大学から4名日本に招待し、本邦研修を行った。本事業の本邦研修では、真庭市のゼロカーボン政策やバイオマス循環計画を学ぶことで、有機系廃棄物に限らず、排水処理やバイオマス発電の知見を深めることを目的としている。また、様々な機関と協議を行い連携をより強固にすることや政策レベルの意見交換も目的の一つとしている。渡航者及び日程を下記に示す。

名前	役職
Dorothea Agnes Rampisela	ハサスディン大学研究社会サービス研究所 サゴ研究開発センター 所長
Irwan Ridwan Rahim	ハサスディン大学工学部環境工学科 講師
Syamsul Arifin Lias	ハサスディン大学農学部 土壌科学科 助教
Bau Asseng	マカッサル市環境局廃棄物管理・有害・有毒廃棄物・能力開発課 課長

#### 日程

2024			日程	
1	10/19	土	-	移動（マカッサルージャカルタ）
2	10/20	日	-	移動（ジャカルター日本）
3	10/21	月	9:00~12:00	八千代エンジニアリング協議
			13:00~18:00	移動（東京ー真庭市）
4	10/22	火	9:00~10:30	水処理説明
			10:30~11:45	生ごみ等資源化事業説明
			13:30~14:30	一般処理及び資源化説明
			14:30~15:50	最終処分場視察
			16:00~17:00	真庭副市長表敬
5	10/23	水	9:00~9:45	バイオマス集積基地視察
			9:45~10:30	木質バイオマス発電所視察
			10:30~12:00	移動（真庭市ー岡山市）
			13:00~15:00	AMDA 協議
6	10/24	木	15:00~17:00	岡山大学協議
			8:00~12:00	移動（岡山市ーお台場）
7	10/25	金	14:00~20:00	全国環境連全国大会
			-	移動（日本ージャカルタ）
8	10/26	土	-	移動（ジャカルターマカッサル）

### 4.2 活動内容

#### (1) 真庭市の取組に関する説明会

真庭市から廃棄物管理と水処理について説明を行った。廃棄物管理及び水処理のシステムが確立される前の歴史から現在取り組んでいる活動内容などが紹介された。その後、マカッサル市との共通点や相違点を踏まえ、今後のマカッサル市の計画について活発な議論が行われた。



## (2) 廃棄物関連施設の視察

### ① 排水処理施設

日本では、生活水と雨水で下水管が分離されており、雨水はそのまま河川に排出されているが、生活水は処分場で処理されている。真庭市は、反応槽で微生物を用いて処理しており、沈殿した微生物の死骸等は、肥料として農家へ配布されている。処理水を河川に排出する際は、人体に悪影響を及ぼす大腸菌などの細菌を紫外線や塩素で滅菌して、河川の水質の保全を行っている。

### ② 真庭市くらしの循環センター

2025年1月から本格的に稼働しており、生ごみをメタン発酵し液体肥料の製造をしている。その際に発生するバイオガスは、発電に利用され「真庭市くらしの循環センター」で利用されており、メタン発酵の際に発生する発酵消化液もバイオ肥料として農家に利用されている。

### ③ クリーンセンターまにわ

クリーンセンターまにわは、焼却施設とリサイクルプラザの管理を行っており、処理能力や処理頻度などの施設概要の説明を受けた。

### ④ 真庭木質バイオマス発電所

2015年4月に稼働を開始した。燃料は、真庭地域の間伐採をはじめとする未利用材、製材所で発生する製材端材など合わせて年間約148,000トンを使用している。発電出力は10,000kwで、一般家庭の約22,000世帯に相当している。この電力は、「再生可能エネルギーのFIT制度」を利用して電力会社に販売されるほか、地域内への電力供給の仕組みづくりも目指している。



排水処理施設の視察

真庭市くらしの循環センターの視察

クリーンセンターまにわの視察

真庭木質バイオマス発電所の視察

### (3) 真庭市役所への表敬

真庭市市役所への表敬を行い、真庭市から真庭副市長が出席された。本事業の概要を説明後、真庭市とマカッサル市の挨拶を行った。その後は、真庭市とマカッサル市の今後の連携について意見交換を行った。表敬の概要を表 4-1 に示す。

表 4-1 真庭市役所への表敬の概要

会議名	真庭市役所への表敬
日付	2024年10月22日(金) 15:30～
場所	真庭市役所会議室
日本側出席者	合計：10名 (真庭市：2名、八千代：2名、全国環境連：4名、 岡山大学：1名、真庭リ協：1名)
インドネシア側出席者	合計：4名 (マカッサル市：1名、ハサヌディン大学：3名)



真庭市役所表敬の様子

真庭市役所表敬の様子

#### (4) 岡山大学及び AMDA との協議

岡山大学及び AMDA と今後の取組について協議を行った。協議に先立って、岡山大学から大学内の廃棄物処理システムや排水処理について説明を行った。AMDA では、これまでにハサヌディン大学と共同で無農薬の米作りを行っており、本事業においても有機農業の視点から連携を継続するものとした。岡山大学とハサヌディン大学は大学間協定を結んでおり、これまでも様々な交流がされてきた。本事業においても、2025年2月に岡山大学の生徒がハサヌディン大学を訪問して研修を行うこととした。本協議の概要を表4-2に示す。

また、本協議の後に岡山大学学長に表敬し、本事業の活動内容を説明した。

表 4-2 岡山大学及び AMDA との協議の概要

会議名	岡山大学及び AMDA との協議
日付	2024年10月23日(木) 13:00～
場所	岡山大学会議室
日本側出席者	合計：5名 (八千代：1名、岡山大学：3名、真庭り協：1名)
インドネシア側出席者	合計：4名 (マカッサル市：1名、ハサヌディン大学：3名)



岡山大学学長との協議



AMDA との協議

#### (5) 全国環境連全国大会

毎年開催される全国環境連の全国大会に出席し、排水処理や浄化槽について知見を深めた。また、Bau Asseng 氏と Dorothea Agnes Rampisela 氏が登壇しパネルディスカッションを行った。



パネルディスカッションの様子



全国環境連の様子

## 5 現地調査

### 5.1 現地調査の概要

ハサヌディン大学における有機系廃棄物の排出状況を把握するため、有機系廃棄物に係るごみ量ごみ質調査を実施した。本調査では、キャンパス内の清掃活動によって集めた落ち葉等を含めて、調査期間内にキャンパス内で排出された全てのごみを指定の場所に移送して一時保管し、ごみの種類別の重量やごみの体積の測定を行った。本調査の概要を表 5-1 に示す。

表 5-1 ごみ質調査の概要表

調査対象	ハサヌディン大学キャンパス ・合計 41 施設（学部棟：16 棟、カフェテリア：18 店、その他：7 施設） ・キャンパス面積 220 ha（森林エリア約 54 ha）
調査期間	2024 年 9 月 18 日から 24 日（7 日間）
調査員	ハサヌディン大学教授及び学生
調査項目	・排出ごみの重量、ごみ種類別の重量 ・排出ごみの体積

	
事前打合せの様子	収集作業員への周知
	
ごみ重量の計量の様子	ごみ重量の計量の様子

## 5.2 現地調査の結果

### (1) ごみ量の結果

学部棟（16棟）から7日間で排出されたごみ量は3,673.4kgで、土曜日を除くと概ね同程度のごみが排出されており、約520～650kgで推移している。有機系廃棄物（Total Organic Waste from Faculties Building (C)：「落ち葉・剪定：Organic (Leaves)」と「生ごみ：Food waste」の合計）に関しても同様の傾向を示しており、約200～250kgで推移している

大学内にあるカフェテリア（18店）から7日間で排出された「生ごみ：Food Waste from Canteen」は3,406.8kg、また、大学内の清掃によって集められた「落ち葉・剪定：Leaves and Tree Branches」は2,515.7kgであった。学部棟と同様に、週末（土日）を除く平日において日変動は大きくない傾向であった。

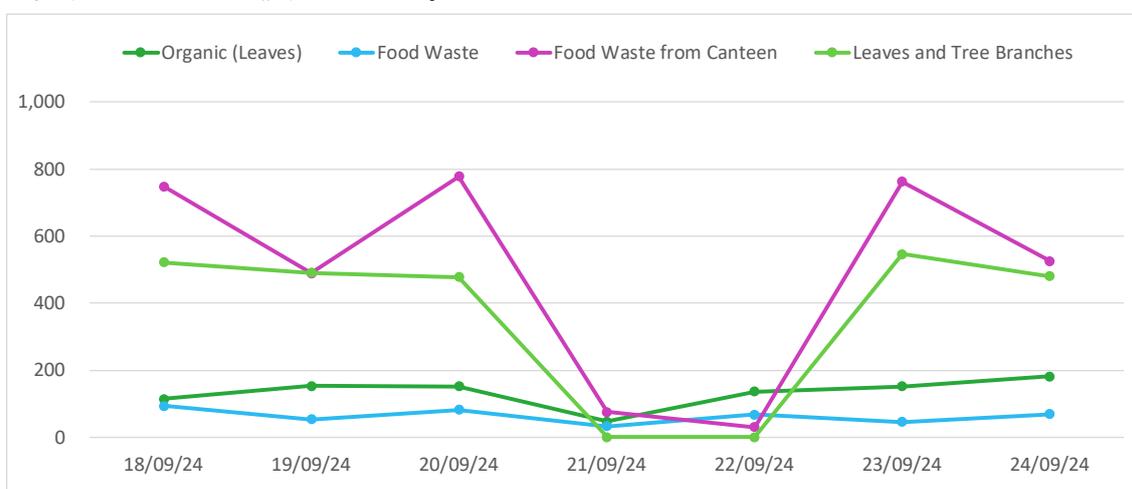


図 5-1 有機系廃棄物の日別変動の推移

ハサヌディン大学における7日間の総排出量（学部棟、カフェテリア、清掃）は9,595.9kgで、平日においては約1,500～1,900kgで推移している。

また、ハサヌディン大学キャンパスから排出される有機系廃棄物は、学部棟から排出される「落ち葉・剪定：Organic (Leaves)」、「生ごみ：Food waste」、大学キャンパス内にあるカフェテリアから排出される「生ごみ：Food Waste from Canteen」及び大学内の清掃によって集められる「落ち葉・剪定：Leaves and Tree Branches」で、これらの合計は7,302.1kgで全体ごみ量の76.1%であった。有機系廃棄物に関しても、平日では約1,250～1,500kgで推移しており、大きな変動がない結果となった。

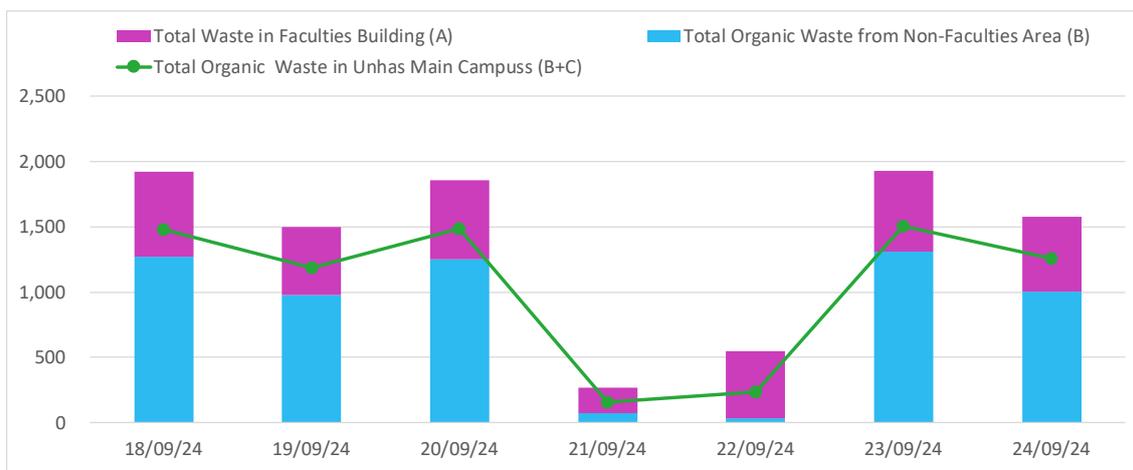


図 5-2 大学キャンパスから排出されるごみ総排出量の推移

表 5-2 ごみ質調査の結果

【学部棟】

Unit: kg

Day	Date	Organic (Leaves)	Food Waste	Wood	Paper	Metal	Plastic	Fabric /Textile	Glass	B3	Rubber /Leather	Others	Total Waste in Faculty Building (A)
Wednesday	18/09/24	114.5	93.3	7.3	158.4	11.6	196.7	7.0	2.5	15.8	0.6	45.4	653.1
Thursday	19/09/24	153.3	53.5	3.2	113.8	3.8	169.0	1.6	2.4	9.5	0.0	11.3	521.4
Friday	20/09/24	151.5	81.5	34.0	114.7	1.5	186.5	2.0	2.0	7.7	3.8	14.7	599.9
Saturday	21/09/24	46.8	32.5	1.5	55.6	2.6	45.3	0.2	0.7	1.2	0.4	2.9	189.7
Sunday	22/09/24	136.5	68.3	2.2	120.4	7.5	133.4	0.5	2.4	14.3	1.4	32.4	519.3
Monday	23/09/24	152.3	45.5	50.2	130.6	4.4	197.1	0.8	3.4	14.6	0.1	21.6	620.6
Tuesday	24/09/24	181.7	68.4	3.8	100.9	5.6	151.4	1.0	2.7	9.2	3.9	40.8	569.4
<b>Total</b>		<b>936.6</b>	<b>443.0</b>	<b>102.2</b>	<b>794.4</b>	<b>37.0</b>	<b>1,079.4</b>	<b>13.1</b>	<b>16.1</b>	<b>72.3</b>	<b>10.2</b>	<b>169.1</b>	<b>3,673.4</b>

【カフェテリア・清掃／総排出量及び有機系廃棄物量】

Unit: kg

Day	Date	Total Waste in Faculty Building (A)	Food Waste from Canteen	Leaves and Tree Branches	Total Organic Waste from Non-Faculty Area (B)	Total Waste in Unhas Main Campus (A+B)	Total Organic Waste from Faculty Building (C)	Total Organic Waste in Unhas Main Campus (B+C)
Wednesday	18/09/24	653.1	747.9	521.6	1,269.5	1,922.6	207.8	1,477.3
Thursday	19/09/24	521.4	489.2	490.2	979.4	1,500.8	206.8	1,186.2
Friday	20/09/24	599.9	776.8	477.9	1,254.7	1,854.6	233.0	1,487.7
Saturday	21/09/24	189.7	75.3	0	75.3	265.0	79.3	154.6
Sunday	22/09/24	519.3	30.7	0	30.7	550.0	204.8	235.5
Monday	23/09/24	620.6	761.8	545.7	1,307.5	1,928.1	197.8	1,505.3
Tuesday	24/09/24	569.4	525.1	480.3	1,005.4	1,574.8	250.1	1,255.5
<b>Total</b>		<b>3,673.4</b>	<b>3,406.8</b>	<b>2,515.7</b>	<b>5,922.5</b>	<b>9,595.9</b>	<b>1,379.6</b>	<b>7,302.1</b>

## (2) 調査実施の状況

今回のごみ量ごみ質調査では、持ち込まれたごみの体積を計量した後、11種類のごみの区分に選別して重量を計測した。

	
ごみ分別の様子	ごみ分別の様子
	
選別したプラスチック	選別した落ち葉
	
選別した生ごみ	調査実施に係る指導

## (3) ごみ質の結果

学部棟から排出される一日当たりのごみ量は 524.9kg/日で、「プラスチック：Plastic」が 29.4%で最も多く、次いで、「落ち葉・剪定：Organic (Leaves)」が 25.5%、「紙類：Paper」が 21.6%となっており、分別収集による資源化が見込まれる「プラスチック」や「紙類」の割合が高くなっている。

また、有機系廃棄物に関しては、「生ごみ：Food waste」が 12.1%となっており、「落ち葉・剪定の 25.5%と合わせると、学部棟から排出される一日当たりのごみ量は 197.1kg で、全体の 37.6%を占めている。

表 5-3 学部棟から排出されるごみの組成

項目	1日当たりのごみ量	割合
落ち葉・剪定	133.8 kg	25.5 %
生ごみ	63.3 kg	12.1 %
木材	14.6 kg	2.8 %
紙類	113.5 kg	21.6 %
金属類	5.3 kg	1.0 %
プラスチック	154.2 kg	29.4 %
布／衣類	1.9 kg	0.4 %
ガラス	2.3 kg	0.4 %
有害廃棄物	10.3 kg	2.0 %
ゴム／皮革	1.5 kg	0.3 %
その他	24.2 kg	4.5 %
合計	524.9 kg	100.0 %

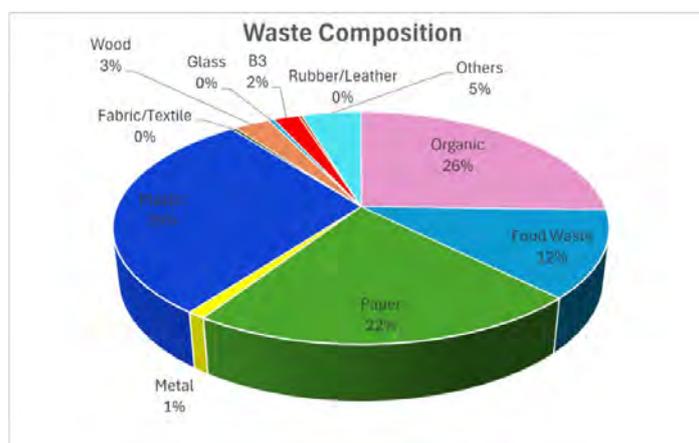


図 5-3 学部棟から排出されるごみの組成

### 5.3 有機系廃棄物のマテリアルフロー

ごみ量ごみ質調査の結果をもとにして、有機系廃棄物に係るマテリアルフロー図を作成した。

ハサヌディン大学キャンパスから排出される有効利用が可能な主な有機系廃棄物は、学部棟から排出される「落ち葉・剪定：Organic (Leaves)」や「生ごみ：Food waste」、キャンパス内にあるカフェテリアから排出される「生ごみ：Food Waste from Canteen」及び大学内の清掃によって集められる「落ち葉・剪定：Leaves and Tree Branches」である。

学部棟から排出される「落ち葉・剪定」は 133.8kg/日 (9.8%)、「生ごみ」は 63.3 kg/日 (4.6%) となっている。また、大学キャンパス内にあるカフェテリアから排出される「生ごみ」は 486.7 kg/日 (35.5%)、大学キャンパス内の清掃によって集められる「落ち葉・剪定」は 359.4 kg/日 (26.2%) となっており、多くの割合を占めている。

ハサヌディン大学から排出される一日当たりのごみ量は 1,371.0 kg/日で、有効利用が可能な有機系廃棄物の排出量は 1,043.2 kg/日（133.8 kg/日、63.3 kg/日、486.7 kg/日、359.4 kg/日）で、全体の約 76 %であると推定される。作成したマテリアルフロー図を下記に示す。

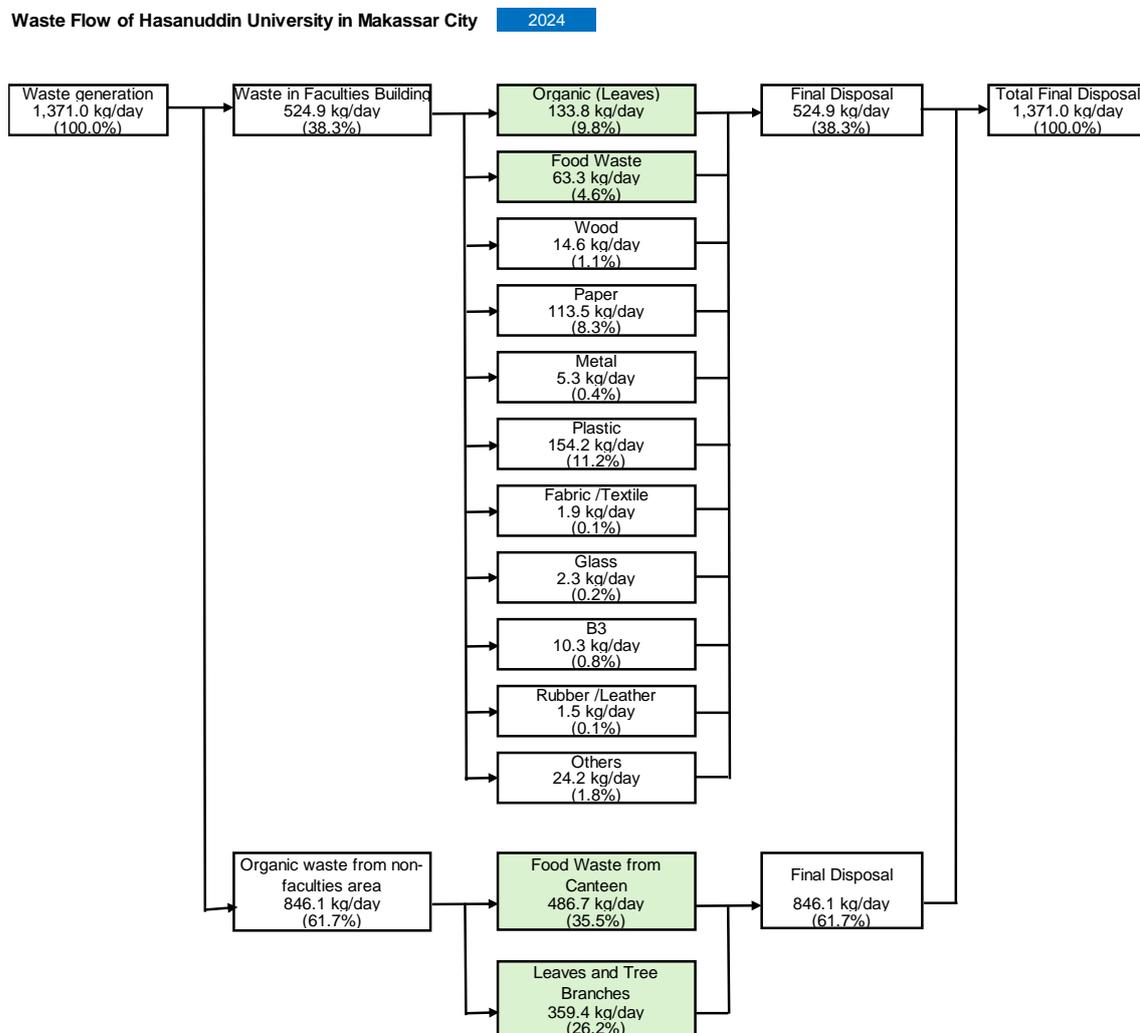


図 5-4 有機系廃棄物のマテリアルフロー（2024年）

## 6 まとめ

### 6.1 今年度の活動結果

#### (1) マカッサル市の廃棄物管理の現状

マカッサル市は南スラウェシ州の州都で本地域の経済の中心的な都市であることなどから多くのごみが排出されており、廃棄物管理が大きな課題となっている。特に、最終処分場のひっ迫は非常に深刻であることから、処分場に搬入されるごみの削減に資する活動は極めて重要な取組と位置付けられている。マカッサル市における廃棄物管理の実態及び直面している課題を考慮すると有機系廃棄物の利用は非常に有効な施策になるものといえる。

#### (2) ハサヌディン大学の廃棄物管理の現状

ハサヌディン大学ではごみの収集・運搬や大学内の清掃のために約 170 名の人材を雇用している。各学部棟などから排出されるごみや清掃によって集められた落ち葉・剪定枝は、大学内に設置されている 8 ヶ所の TPS へ大学によって運搬されて、TPS から最終処分場にはマカッサル市によって搬入される。また、大学内にはごみ銀行が 1 ヶ所設置されているが、活発な活動が行われていない。

ハサヌディン大学では、ZWC のコンセプトのもと、適正な廃棄物管理に係る様々な取組を検討しており、大学内で排出された有機系廃棄物の有効利用は本方針に沿った取組といえる。

#### (3) ハサヌディン大学の有機系廃棄物の実態

ハサヌディン大学キャンパス内には学生寮が 3 ヶ所あるが、学生の生活様式から多くの生ごみは排出されていない。一方で、大学内にある 18 ヶ所のカフェテリアエリア（それぞれのカフェテリアには多くの店舗が出店している）から多くの食品廃棄物が排出されている。

現在、牛や豚などの家畜は大学のメインキャンパスでなく、郊外のキャンパスで飼育されている。農学部には鹿などの家畜が若干いるが、発生している糞尿の量はかなり限定的な状況であった。

大学内で発生する生し尿・生活雑排水は、大学内の排水処理施設で処理されている。一方で、カフェテリアから排出される汚水などが十分に集水されず近くの側溝に排水されている実態が確認された。大学内における排水処理システムに関しては不明確な点もあるが、排出処理施設の管理状況から大学内で発生する汚泥は非常に限られており、回収可能な汚泥量は限定的と推察される。

ハサヌディン大学は森林エリアが広く、敷地面積の約 25%を占めている。大学内では清掃活動が継続的に実施されており、多くの落ち葉・剪定枝が集められている。

#### (4) ハサヌディン大学における有機系廃棄物の有効利用の可能性

ハサヌディン大学から排出される有機系廃棄物は1,043.2kg/日(約76%)で、特に、カフェテリアから多く排出されている生ごみ(486.7kg/日)や、大学キャンパス内の清掃によって収集される落ち葉・剪定枝(359.4kg/日)の有効利用は、マカッサル市の最終処分場に搬出するごみ量の削減に寄与するとともに、再生可能エネルギーの原料になるものとして期待できる。

本事業の対象地域であるハサヌディン大学には約45,000人が所属しており、有機系廃棄物の循環利用を実施する事業の対象人口として適当な人口規模であり、また、大学内で発生する有機系廃棄物の排出量は約1トン/日で継続的な処理及び供給の点で課題となる可能性は低いと考えられる。

さらに、有機系廃棄物の有効利用は大学が掲げている方針に沿った取組であることから大学からの積極的な協力が見込まれることから、ハサヌディン大学における有機系廃棄物の循環利用システムの構築は実現性が高いと期待できる。

#### (5) 再生可能エネルギーの利用状況及び活用

マカッサル市では、省エネ技術の導入に関して検討がなされているものの、再生可能エネルギーに関しては具体的な事業はまだ実施されていない状況である。また、ハサヌディン大学においても再生可能エネルギーはほとんど活用されていない状況であるが、大学では「環境にやさしい大学づくり」を目標として掲げており、再生可能エネルギーを積極的に利用したい意向である。

## 6.2 次年度の活動計画

今年度は3ヵ年計画の1年目として、マカッサル市の廃棄物管理の実態及びハサヌディン大学における有機系廃棄物の排出状況等を把握し、大学における有機系廃棄物のマテリアルフローを作成するとともに、有機系廃棄物の循環利用システム構築の可能性について確認した。

本事業の対象地域であるハサヌディン大学では、有効利用が可能な有機系廃棄物が、比較的均一な組成で継続的に確保できる見込みである。カフェテリアから排出される生ごみに関しては店舗からの協力を得ることによって、比較的均一で夾雑物の混入が少ない生ごみを得ることが期待できる。また、大学キャンパス内には多くの樹木があるため、落ち葉の排出量が多くなっている。大学では継続的に清掃を実施していることから、安定的な落ち葉の排出が見込まれる。そのため、清掃を実施している作業員に分別排出を教育することによって、落ち葉だけの収集が可能になることが期待できる。

上述を踏まえて、次年度では当初の計画通り、作成した有機系廃棄物のマテリアルフローをもとに、有機系廃棄物を有効利用するための循環利用システムの構築に向けたバイオマ

ス循環計画を策定する。本循環計画では、大学内の利用を優先することとして、持続性がある有機系廃棄物の処理技術及びリサイクルの方法（バイオガス化、コンポスト化、液肥化など）を検討するとともに、安定的に供給できる供給先を検討する。また、循環システムの構築に向けた関係者の役割分担や計画実施のための体制について検討する。