

アジア環境再生特別コース

プロジェクト実習成果報告書

平成29年度



岡山大学大学院環境生命科学研究科

GRADUATE SCHOOL OF ENVIRONMENTAL AND LIFE SCIENCE, OKAYAMA UNIVERSITY

アジア環境再生特別コース
平成29年度 プロジェクト実習 成果報告書

目 次

(1) Toward Household Waste Reduction	1～32
------------------------------------------------	------

指導教員：藤原健史 履修者：AING Ngunn Chheng, 山下智義, 生島みなみ

(2) Study on gasification treatment of combustible solid waste in Singapore	33～56
------------------------------------------------------------------------------------------	-------

指導教員：Md. Azhar Uddin 履修者：高橋陸哉, 戸倉佑一朗, 藤定禎将

(3) Current status of import and export of Japanese agriculture	57～82
---------------------------------------------------------------------------	-------

指導教員：駄田井久 履修者：王偉安, 藤本一志

凡 例

実習グループ毎

- ・ 指導教員による実習概要の報告
- ・ 学生（グループ）による実習成果報告及び感想
- ・ 学生による英文での概要報告

平成 29 年度

プロジェクト実習 成果報告書

指導教員 藤原 健史 教授

提出日：平成 29 年 2 月 2 日（金）

所属：環境生命科学研究科 資源循環学専攻

生命環境学専攻

学生番号・氏名：48429301 Aing Chhengngunn

48429310 山下 智義

48429201 生嶋 みなみ

指導教員による実習概要 プロジェクト実習について

循環型社会形成学講座 藤原健史

日本の清潔な生活環境においては、廃棄物処理の有難さは分からない。家庭でのごみの分別作業の負担はあるけれど、皆のその小さな負担によって町全体がきれいな空間を享受できているのである。そのことを知ろうとするならば、海外を見ると良い。昔の日本もこうだったのだときっと思うだろう。そして、廃棄物マネジメントの重要性を意識するようになるだろう。そのような思いで、プロジェクト実習を続けている。

今年度のプロジェクト実習は、カンボジアのトンレサップ川（あるいは湖）に住居を構える人々の生活とごみの水面投棄の問題を視察することをテーマとした。雨季の雨で川が湖になるこの地域には、船で暮らす人々が住んでいる。季節によって川幅が変わるので、船上は合理的な住まいと言える。住まうのは主に川で漁業を営む低所得の人々である。カンボジアでは、料金が支払う人たちだけがごみ収集サービスを受けることができる。この船に乗って生活する人々の村落にごみ収集車はやって来ない。そのため、船上の人々はごみを川に捨てることが習慣になっている。岸にはごみの集積所もあるが、誰もごみを処理しないため、ごみが放置されたままとなっている。人々は、集積所のごみを放置しておいても、雨季がやって来れば水没するか、川の流れがごみをさらって行ってくれることを知っている。だから、ごみを川に捨てる習慣があるのである。プロジェクト実習の3人の学生は、陸や川のあちこちにごみが散乱している現場を見て、自然がごみをキレイにしてくれる。だからごみを捨てていいのか？という疑問を抱いたのではないかと思う。

環境生命科学シンポジウムのプレゼンで、学生達が捨てられた発泡スチロール製の弁当箱をひよこがついばんでいる写真を示していた。捨てたられたプラスチックは分解せずに環境中に長く滞在し、生態系に影響を与える。下流へと雨で押し流されたプラスチックは沈んで湖底に散乱し、一部は海にまで届く。我々は便利なものを作り、使うのは良いが、使ったものはゼロリセットすることが望ましい。それができない場合は集めて、安全に処理し、自然に還るまで安全に管理することが望ましい。このような村落についても、ごみの減量化やリサイクルは必要である。プロジェクト実習では、この村落だけでなく都市部のプノンペン市を散策し、不法に棄てられたごみを観察した。廃棄物マネジメントは、ごみを出さない意識と排出における秩序、そして処理の技術が伴わないと、日本のような清潔な都市を維持できないことを分かってもらえたと思う。

プロジェクト実習（学内）では、コンポストの作成を実習してもらった。また、プロジェクト実習（地域）では岡山市西部クリーンセンターでごみ組成分析を、当研修室の他のメンバーとともに体験してもらった。バイオマスのリサイクル技術、ごみ組成分析と発熱量の調査は、海外で廃棄物マネジメントを計画するときに必要な知識と技術である。廃

棄物を工学的に扱う上での基本情報の収集の仕方と、海外で有効なバイオマス利用方法について学んでいただけたと思う。

3人の学生たちは学内、地域、海外のそれぞれの実習に真面目に取り組んだ。実習のまとめの段階ではグループで集まりプレゼンテーションの作成と発表練習を精力的に行っていた。また、国際においては、環境省、JICA、CINTRI（コンポスト製造のNPO）を訪問してインタビューを行ったが、その際に積極的に英語で質問することができた。履修者は日本人2名と留学生1名の構成で、グループの打ち合わせでは英語でコミュニケーションをとらなければならなかったことも、英語会話能力のアップにつながったと思う。

最後に、この度の経験を忘れず、引き続き海外に目を向けて欲しいと願う。

実習成果報告

はじめに

廃棄物処理の様式や社会背景は地域によってさまざまである。日本国内でも、地方自治体によって廃棄物処理方法が異なるように、地域ごとに合わせた廃棄物マネジメントを適応することが重要である。廃棄物を効率よく資源化することにより、資源枯渇や処理に係る GHG 排出量抑制などの効果を得ることができる。発展途上国での廃棄物処理の現状は日本と大きく異なっており、ごみが効率よく資源化されないだけでなく環境中に残留することで、衛生面や環境面などで様々な問題を引き起こしている。廃棄物の排出量抑制は先進国にとっても発展途上国にとっても重要な課題である。

当実習では、まず学内で生ごみを資源化(減容化)する方法の一つであるコンポスト製造を体験した。次に地域実習として岡山市内で実際に排出されている家庭ごみの組成を調査した。国際実習ではカンボジアのトンレサップ川の生活ごみ廃棄の現状を視察し、さらに現地でのコンポスト工場を見学した。日本とカンボジアで大きく環境の異なる中で、ごみ減量化のために何ができるのかを考えた。

(1)学内実習

〈コンポスト作成〉

・実習背景

日本では、一年間に家庭ごみを含む約 5000 万トンの一般廃棄物が排出されており。そのうち約 40%が生ごみと呼ばれる食品廃棄物である。発展途上国においては、家庭から出るごみのうち、半数かそれ以上が生ごみを含む有機ごみである。これらの生活ごみを適切に処理するシステムが確立されていない地域では、家庭ごみは環境中に投棄され、公衆衛生や景観などに悪影響を及ぼしている例がしばしばみられる。つまり、発展途上国で生ごみの発生を抑制することで、全体のごみ発生量を大幅に削減し、公衆衛生や環境を改善できる可能性がある。そこで有用な手段として注目されている手段がコンポスト化である。コンポスト化とは、生ごみなどの有機物を微生物の力を利用して堆肥にすることである。コンポスト化は、ごみの減容と資源化を同時に達成する。藤原研究室では、学内廃棄物を利用したコンポスト製造に係る研究を行っており、今回はそのコンポスト製造に参加するという形で実習を行った。岡山大学構内で発生した、作物、厨芥、馬糞、落葉、刈草、剪定枝などの有機物からコンポストを作成するプロセスを体験し、コンポスト処理への理解を深めることを目的とした。

・材料と方法

材料

コンポスト化の材料はすべて学内から調達した。材料の組成を図 1 に示す。作物ごみは、農学部圃場における野菜ごみ置き場に捨てられていたものを利用し、ダイコン、トマト、ニンジン、タマネギ、ニラ、ネギ等が含まれた。厨芥ごみは、大学生協マスカットユニオンのごみ置き場より回収し、この中には米、鶏肉、豚肉、魚フライ、レモン等が含まれた。落葉、刈草、剪定枝は自然科学研究棟周辺で発生したものを使用した。馬糞は馬場より得た。これらの学内有機物に加えて種堆肥を混合しコンポストを作成した。

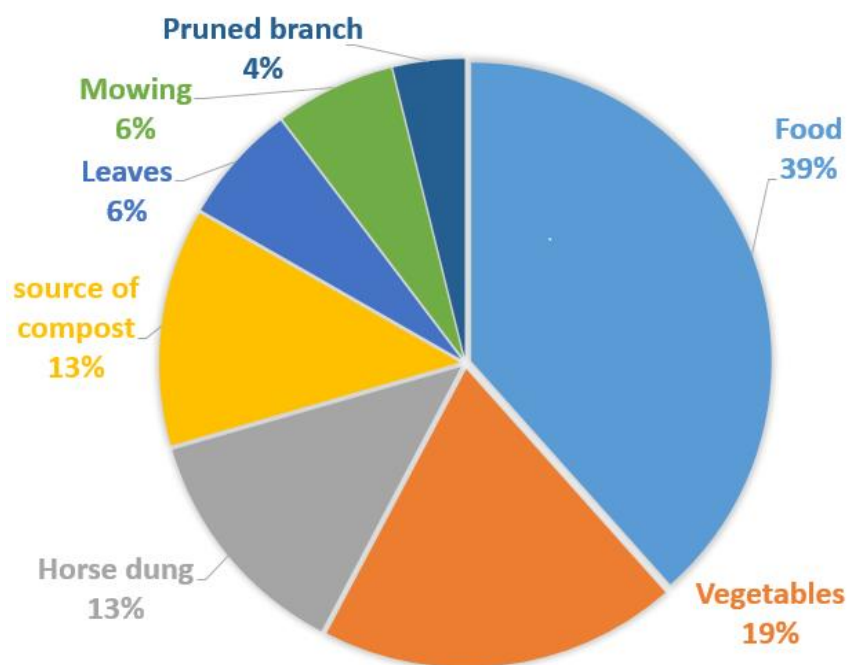


図 1 コンポストの組成の割合 (7.8 kg)

・方法

自然科学研究棟の一階テラスにおいて、上記の材料を用いコンポストの素を作製した。有機物の微生物反応を促進するために、材料をはさみなどによって細かく刻み、馬糞は塊をほぐし、全体をよく混合し、保温性、保湿性に優れた発泡スチロールの容器に入れた。

・考察

完成したコンポストボックスの写真を図 2 に示す。コンポスト製造の際に、完成されたコンポストの様子を見ると、コンポスト処理の有用性がよく分かった。コンポストは微生物反応の過程で内部に熱を生じる。その熱により余分な水分が蒸発し、やがて菌も死滅し、最終的には安全、安定化した物質になる。またこれらの過程で体積が減少するので、ごみの減

容化という観点においても効果を発揮する。また、藤原研究室では実際に作成したコンポストを作って野菜を育てており、学内で発生した廃棄物を実際に資源利用することに成功している。我々は、コンポスト化が特殊な機械を使わずに、自然の力を用いた有効な処理方法であることを知ることができた。

日本は四季が存在するために季節によってコンポスト製造時の外気の影響を受けて組成が変化することがある。一方、東南アジアの発展途上国は一年を通じて気温が高く、気候が日本と比較して安定している。よって、コンポスト化は、生ごみ排出抑制、再資源化のための有効な手段なのではないかと思われる。



図2:完成したコンポストボックス

(2) 地域

<岡山市家庭ごみ組成調査>

・実習背景

我々は地域における実習として岡山市の家庭ごみの組成調査を行った。本実習では、家庭ごみをごみ種類並びに消費項目種別に分類し重量を測定した。岡山市の家庭から排出されるごみの傾向および、バイオマス由来の廃棄物の種類やその排出量について明らかにすることを目的とする。

・材料と方法

岡山市内の東部クリーンセンターにてごみ組成調査を行った。ごみピット内にあるごみ袋の中の一部がクレーンによって特定の場所に下された。その大量のごみ袋の中から 5L、10L、20L、30L、45L の各ごみ袋をそれぞれ取り上げ、分類した。ごみの総重量が 100 kg になるように目標を定め、最終的に、5L 袋 3 個、10L 袋 5 個、20L 袋 7 個、30L 袋 6 個、45L 袋 6 個の合計 27 個のごみ袋をサンプルとして用いた。

・結果と考察

今回の調査で、家庭ごみ袋の中に含まれていたごみの、物質組成を図 3 に示す。その結果、割合の高いものから順に紙 38%、台所ごみ 27%、プラスチック 16%、動物糞尿 9%、ゴム・皮革類 4%、となった。今回の結果と同様に、日本では一般的に、紙類、台所ごみ、プラスチックが家庭ごみを構成する主要な要素となってくる。これらに対する処置がごみの減量において重要であると考えられる。

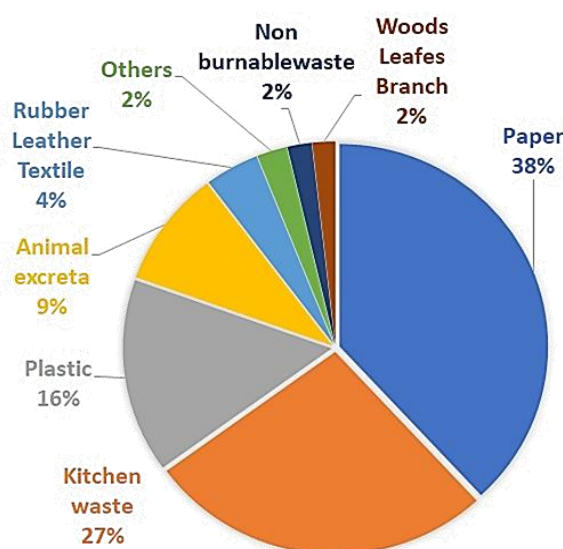


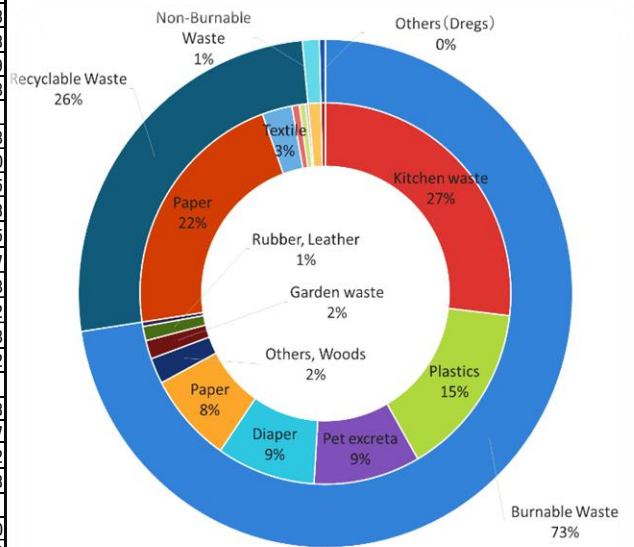
図 3: 家庭ごみの物質組成

さらに、資源化物、可燃ごみ、不燃ごみの分類を含めた詳細な家庭ごみの組成を表 1、図 4 に示す。ごみの総量 100 kg の内 73% は可燃ごみが占めた。一方 28% は資源化物や不燃物に該当するものだった。とくに紙類は資源化物中の 81% を占め、全体でも 22% となり、とても大きな比率になった。つまり、家庭ごみ中に含まれていた資源化物のうち、そのほとんどが再生可能な紙であった。よってこの再生可能な紙類を適切に分別しリサイクルすることが家庭ごみの削減のための最も有効な手段なのではないかと考えられる。さらに、家庭ごみ中にはペットボトル、缶・金属、段ボールも含まれていた。さらに人々のごみの分別意識を高め、これらをリサイクルすることもごみの削減につながる。

動物糞尿は近年増加傾向にあるが、ごみとして排出される際に、それ自体と他物質からなる混合物として排出される場合があるため、物質組成的にはリサイクル可能なバイオマスであるが、現実的なリサイクルは難しい。例えば、ペット用のトイレ砂の場合、動物糞尿とトイレ砂の混合物として回収される場合があるためである。ごみ削減のために、将来的には動物糞尿のバイオマス化も一つの選択肢となる潜在的な可能性はある。

表 1、図 4：家庭ごみの組成調査結

Rough grouping	Detailed grouping		Weight(g)	Rate(%)
Burnable waste	Kitchen waste		26656	26.86
	Plastics	Plastic bag(shop)	2905	2.93
		Wrapping	1021	1.03
		Specified farbage bags	688	0.69
		Other plastics	9708	9.78
	Rubber & Leather		1202	1.21
	papers	tobacco	382	0.38
		Diapers	8538	8.60
		Other paper	6496	6.55
	Animal excreta	Pet Sheet	227	0.23
		Animal wasete	8985	9.05
	Garden waste		1560	1.57
	others	others	1961	1.98
		woods	215	0.22
Recyclable waste	Textile	Textile	379	0.38
		Textile	2596	2.62
	Plastics	Plastic tray	411	0.41
	papers	Paper bag & Wrapping	726	0.73
		Paper	21702	21.87
	Metal	Can	120	0.12
		Metal	431	0.43
	Glass	Bottle	205	0.21
		Glass	0	0.00
	PET	PET	639	0.64
Non-burnable waste	Non-burnablewaste		1106	1.11
others	others		384	0.39
Sum			99243	100.00



(3) 国際

<①トンレサップ川流域における水上生活者の実態とプラスチック問題>

・実習背景

トンレサップ湖は東南アジア最大の湖である。図5にトンレサップ湖とプノンペンの位置関係を示す。カンボジアは5～10月は雨季、11～3月までは乾季に入るために、図6のように年間を通して大幅な面積の拡大と縮小が起こる。乾季の間、面積は2500平方km（琵琶湖の4倍程度）となる。トンレサップ湖から延びるトンレサップ川は、プノンペン近くで、メコン川と合流する。雨季には、メコン川から大量の水が流れ込むので、トンレサップ川が湖の方向へ逆流する。結果、湖の面積は乾季の約6倍の1万6000平方kmまで拡大する。雨季の終わりに水が引くが、それにつれて周囲に養分に富む堆積物を残すため、雨季以外には良質な農地として利用できるようになり、浮き稲などが栽培されている。また、トンレサップ川の逆流は、下流にある都心部を洪水の危険から遠ざけている。



図5:トンレサップ湖位置

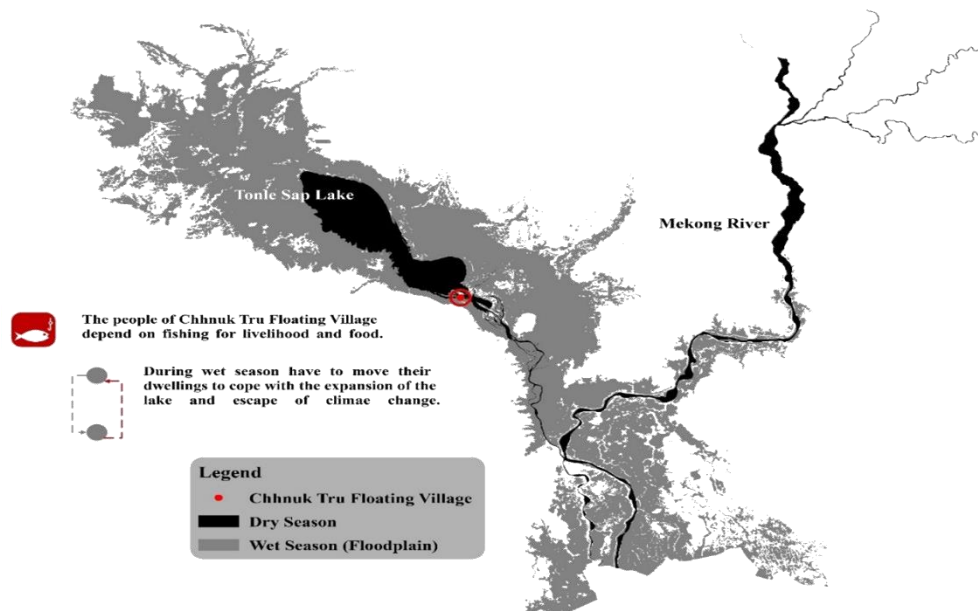


図6:トンレサップ湖の拡大と縮小

古くからトンレサップ湖には水上生活者として居住している人々が存在する。彼らは竹やドラム缶を浮力とした家で生活をする。また、川のそばに高床式の簡易な家を建て、水域の変化に合わせて移動しながら暮らす人々もいる。

地域住民はこれまでである意味で原始的な生活を続けてきたが、近年ではPET ボトルやその他のプラスチック製品が多く生活の中で利用されるようになった。発展途上国では、プラスチックが町中の路上などに捨てられている様子をしばしば見られるが、水上生活地域の場合は、湖にごみを投棄することが問題視されている。有機物は微生物や魚の餌となるが、プラスチック類は分解されず、環境中に残留する。

プラスチック類が環境中に残ることによる野生生物などへの悪影響は以前から指摘されていたが、近年では、マイクロプラスチックの問題も指摘されている。マイクロプラスチックとは、紫外線や物理的な衝撃などによって形成される、粒形5 mm以下の微細なプラスチック粒子のことである。マイクロプラスチックが野生生物と人間の健康に及ぼす影響は、未だ科学的に十分に解明はされていないが、将来的には、プラスチックの生物濃縮を引き起こす可能性がある。環境中のマイクロプラスチックを回収することは、プラスチックの物質特性により困難であると予想されるので、プラスチックの水域投棄を抑制することが重要であると考えられる。

今回の調査では、トンレサップ川流域のチノックル村を対象とした。プラスチックに関する、解決すべき問題点を明らかにするために、村のプラスチックごみの廃棄の現状を観察した。

カンボジアとトンレサップ湖

・チノックル村(調査対象)

地域の主要産業は漁業であり、トンレサップ湖の豊かな漁場が住民の生活を支えている。チノックル村は、トンレサップ湖とトンレサップ川との境界付近に存在しており、季節によって水量が大きく変化する地域である。

・調査方法

調査対象のチノックル村とその周辺地域における村民の生活様式を観察した。周囲に散在する廃棄物の種類を観察した。また、地域の公的機関やチノックル村の村長に対してヒアリングを行い、人口や生活費、プラスチックの排出量などに関する情報を、定量的に把握した。調査日を行った11月14日は雨季であり、湖の水位が高い時期である。

・結果



図7：水上生活エリアの様子

図7に、水上生活エリアの様子を示す。川のそばに高床式の住居を立てて生活している人々の周囲では、死んだ魚、食べ物などの有機ごみや空の PET ボトル、ビニール袋などのプラスチックごみが散在していた。村人が飲み終えた空のボトルを家の下に捨てている姿も確認された。一方、水上集落や、川の水面にはあまりごみは見られなかった。PET ボトルやビニール袋が一つ二つ浮いている程度であった。また、放し飼いの痩せた鶏が、プラスチックトレイをついばんでいる様子も見られた。

●村の人口

チノックル村長によると、村に住むカンボジア人の人口は約 2019 人であり、約 600 家族が生活している。一般的に、一家族当たりの構成員は約 4～6 人である。一方、ベトナム人世帯も約 600 生活している。また、岸辺に住むカンボジア世帯は 132 世帯である。

●ごみについて

生活で発生するごみは、ほとんどが湖に投棄されている。缶は有価で引き取ってもらえるので集めている家庭が存在する。一方、ペットボトルは引き取ってもらえないので湖に投棄されている。日々の生活で発生するおおよそのごみ発生量は、村人一人当たりペットボトル 5 本/day、プラスチック袋のごみは 10bags/day である。約半分の家庭では飲料水を水がめに入れて保管するが、もう半分の家庭では PET ボトルを使い捨てているという

現状がある。村長はプラスチック投棄の問題を受け止め、回収を推進しようとしている。

● バッテリーについて

村人の生活必需品としてバッテリーの存在がある。各家庭にはバッテリーが存在し、週に1~2回充電している。業者が一軒家を回りバッテリーを回収して充電し、また配って回る形式をとる。バッテリーには50A、70A、100Aの三種類存在している。村人の所有の割合は、おおよそ50Aが10%、70Aが70%、100Aが20%である。最近ではソーラーパネルの使用が増加傾向にある。

・ 考察

今回の視察で、岸辺ではたくさんのごみがみられたが、水上家屋エリアではごみはほとんど見られず、水面に浮かぶごみも少量であった。しかし、日々の生活で発生する多くのごみが川や湖に投棄されているはずである。湖の水は茶色に濁っているため、水中の様子はわからないが、プラスチック類が水中で大量に浮遊している様子ではなかった。

ではプラスチックごみの行方はどうなっているのか。雨季のトンレサップ湖は面積が大きく拡大し、メコン川からトンレサップ川へと水が逆流するなど、流域全体で大きな攪拌が起こる。乾季に岸辺に残されたごみは、雨季の増水時に川下へと流され、海に流れると考えられる。一方、いくつかのペットボトルは、水が中に入り底に沈んだ底に沈んでいると思われるので、川底の調査をすることが望ましい。さらに問題視すべきは、住民のモラルである。住民は、雨季になればごみが増水と共に流されることを知っているので、プラスチックの投棄を厭わないことである。トンレサップ湖、トンレサップ川流域の廃棄物問題については、水理学的な分析や水中の状況、水質の状況などはモニタリングが始まったばかりで(いくつかの企業や大学が計画を進行している)、不明なことが多い。これらの調査と連携して、廃棄物の問題は地域を取り巻くその他の社会問題と共にアプローチする必要があるだろう。

図8に、カンボジアの人々の不法投棄に至るまでの動機を仮想的な相関図で表現した。

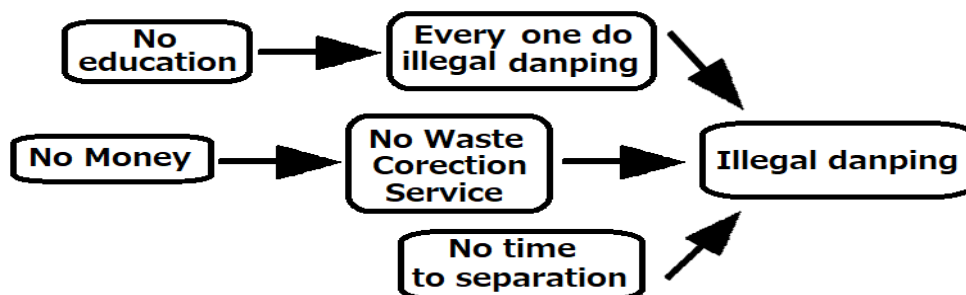


図8：ごみ不法投棄の動機

<②コンポスト工場(CSARO)の視察>

・ CSARO の概要

CSARO は 1999 年に設立され、現在はコンポスト事業を中心に、マテリアルリサイクル、地域コミュニティへの教育活動など幅広い活動を行っている。今回はコンポスト事業に焦点を当てて調査を行った。CSARO は、プノンペン市内の広範囲から家庭ごみを収集し、コンポストを作製している。かつては市場から出たごみのみを対象に活動を行っていたが、現在はそれに加えて家庭ごみの収集業者から提供されたごみも用いられている。また、工場の運営費は先進国からの補助を受けているが、資金不足が問題となっている。完成したコンポストは 1t あたり 200USD(うち配送料 30USD)で販売している。

・ CSARO のコンポスト製造

CSARO では 1 日に約 4t の家庭ごみの搬入がある。搬入された家庭ごみは、人力で生ごみとそうでないごみに分別されていた。図 9 は工場内での分別の様子である。工場内の敷地を効率的に活用し、いくつかの保管場所が設けられ、コンポストの熟成を行っていた。原料から製品の完成までに約 90 日を要する。コンポスト製造過程で質量は 15%に減少する。図 10 は完成したコンポストの写真であるが、分別しきれなかった小さなプラスチック片が混入しているのがわかる。このようにプラスチックやビニールの混入は分別に大きな手間がかかり、コンポスト製造の上でコストとなる。



図 9：生ごみ分別の様子



図 10：；作成されたコンポスト

・ CSARO 製のコンポストのサンプル分析

CSARO が製造した 2 種類のコンポスト (No.1 と No.2) をサンプルとして持ち帰り、その含水率と C/N 比を分析した。C/N 比とは、炭素と窒素の比を表すものであり、コンポストの品質を表す指標として用いられる。CSARO 社は、製品の物質組成を商品パッケ

ージに明記しているものの、定期的な組成分析は行っていない。CSARO 社の提示する組成は、含水率 26.50%、C/N 比 10.22 である。

方法

含水率の測定には岡山大学藤原研究室の乾燥機を、C/N 比の測定には岡山大学藤原研究室の CHN アナライザーを用いた。No. 1 を 3 サンプル、No. 2 を 3 サンプル使用した。

結果

表 2 は含水率測定の結果である。分析の結果、サンプル No.1 の平均含水率は 32.4%程度、No.2 では、ばらつきがあるものの 39.6%となり、パッケージの含水率より高い結果となった。また、表 3 は元素分析の結果である。C/N 比について、サンプル No.1 の C/N 比は 14.31、No.2 では 12.45 となり、パッケージの 10.22 と比較すると高い値をとった。

表 2 : 含水率測定の結果

Compost	ID	湿潤重量(g)	乾燥重量(g)	含水量(g)	含水率(%)
No.1	1	3.779	2.5443	1.2347	32.6727
	2	3.3558	2.3034	1.0524	31.3606
	3	4.2369	2.8344	1.4025	33.1020
No.2	1	4.7989	3.0716	1.7273	35.9937
	2	3.5954	1.9094	1.686	46.8933
	3	5.8871	3.6383	2.2488	38.1988

	湿潤重量(g)	乾燥重量(g)	含水量(g)	含水率(%)
No.1	11.3717	7.6821	3.6896	32.4455
No.2	14.2814	8.6193	5.6621	39.6467

表 3 : 元素分析の結果

Compost	ID	Weight(mg)	C(%)	N(%)	C/N
No.1	1	2.927	21.90	1.58	13.86
	2	2.881	22.36	1.55	14.43
	3	3.269	24.00	1.59	15.09
	4	2.892	22.36	1.52	14.71
	5	2.752	22.35	1.67	13.38
No.2	1	3.140	17.52	1.45	12.08
	2	3.202	18.84	1.46	12.90
	3	3.002	16.74	1.38	12.13
	4	2.851	17.58	1.45	12.12
	5	2.932	17.08	1.31	13.04

	Weight(mg)	C(%)	N(%)	C/N
No.1	14.72	22.63	1.58	14.31
No.2	15.12	17.57	1.41	12.45

考察

含水率は、CSARO 社がパッケージで提示している 26.5%よりも、5.9～13.1%高い値となった。C/N 比は、パッケージの 10.2 よりも 2.2～4.1 ポイント高い値になった。CSARO 社のコンポストは、設立当初から品質が変化している可能性がある。一般に C/N 比は 10～30%がコンポストとして適切であると言われており、品質に問題はなさそうである。SCARO 工場で製造されるコンポストはプノンペン市内で広く利用されている。

CSARO 社は、ごみ分別促進に向けての最優先の課題は、地域住民の認知度の向上(地域協力、教育の浸透)であると回答した。我々日本人の感覚では、第一にプラスチック等々を含む生活ごみを効率的に収集、処理する社会システムを構築することが優先され则认为る。しかし、CSARO 社によると現状の問題点は、人々の分別意識の甘さである。プノンペン市内の人々の間でもプラスチックの分別の必要性は周知されている。しかし、それを行動に移すまでの教育は浸透していない。CSARO との情報交換により、日本では起こりえないような発展途上国特有のごみ投棄に関する問題点を見ることができた。このような社会的特徴を考慮してごみを分別回収することが必要であろう。例えば、正しく分別をした人が利益を得られるような制度の導入は分別推進に効果がある可能性がある。

感想（生嶋）

「社会に出てからは大学の先生の話聞く機会はめったに訪れない。だから、なるべく分野外の話聞いてきなさい。」この指導教官の言葉の下、私は大学院で分野外の授業を受けることを決めた。普段は昆虫の生態学を専攻しているので、今回の廃棄物処理に関するプロジェクト実習はまさに未知の領域であった。この実習を通して廃棄物処理に対する考え方だけでなく、私の価値観そのものが一変した。

学内実習におけるコンポストの作成は半日という短い時間であったが、予想以上に時間と手間がかかるものだった。このコンポスト作成のコストに堆肥化は見合うのだろうか疑問にも思った。日本でも十年ほど前にコンポストブームが訪れた。その際にコンポストが定着しなかった理由として、多くの家庭では完成したコンポストを使用する場所がないこと、コンポスト作成にかかる費用が高くつくことが挙げられていた。日本では廃棄物処理がある程度完成しているためにこうした設備投資をしてもそこまでの利益が返ってこない。一方、発展途上国では廃棄物処理システムがまだ導入が進んでいないために設備投資が少ないコンポスト化が進められるのだと思った。

また、地域実習におけるごみの組成調査では、ごみ処理施設のスケールの大きさ、施設の構造や機械の美しさに圧倒された。自分が普段当然のように捨てているごみがどこでどのように処理されているのかを調べられる貴重な機会であった。こうした人々、機械やシステムの支えの上で今の暮らしがあることを噛みしめることができた。私と同じように感じる人は多いと思うので、ごみの分別を推進するには実際の現場を見せることが効果的であると思った。

国際実習ではトンレサップ湖の水上集落を始めとして、様々な異文化に触れた。それはまさに驚きの連続であった。JICA や CSARO の方々やチノックル村の村長など、様々な人のお話を伺ったが、聞き取るのはなかなか難しかった。そんなときに Aing さん、山下さんが助けてくれた。カンボジアという国で何が今必要とされているのか。インターネットにも様々なことが書いてあるが、やはり当事者たちの言葉の重みは一線を画していた。廃棄物処理システムの導入よりも必要なものは、まず人々の意識を変えることだ、という言葉が一番印象に残っている。

プロジェクト実習を履修して、知り合いも増え、言語の垣根を超えることに対して少しためらいがなくなった。実習成果報告会やコロキウムでは自分の英語力が未熟であるために問題も多かった。質問に返答する際も先生に助言していただくなど反省点が多かった。しかし、これも人前で失敗できる貴重な機会だったと思うので、受け止めて次につなげていきたい。

初めは専攻しているメンバーに疎まれるのではと不安だったプロジェクト実習だが、そうした不安は杞憂だった。藤原先生、Aing さん、山下さんを始めとした多くの方々のおかげで、楽しんで学び、体験し、実習を終えることができた。ここでの体験はこれからの私

の一部となり、生き続けるだろう。

感想(山下)

ある土地の文化や民族性などを形成する要素として、風土や気候、地理的条件などを考えると納得のいくことがたくさんある。例えば日本国内でも、雪国に住む人は閉鎖的になりがちとか、水不足の地域は節約家が多いとか、私にとってこういう民俗学のような話は非常に興味深い。そして今回実習で訪れたカンボジアは、ありとあらゆるものが日本と違うまさに異国で、貴重な体験ができた。

実習として海外を訪れることは、普通の観光目的で海外を訪れることと、現地の人と濃厚なコミュニケーションをとるということに関して決定的に違っている。お世話になった Vin さん、モンティエンさん、Aing さんらがクメル語で現地の方とコミュニケーションをとる際、非常にオープンで、開放的で、どんな方とも気さくにおしゃべりを楽しんでいた様子であった。日本では、まず敬語の存在が気さくなコミュニケーションを阻害する。その点に関しては、カンボジアが日本と違うというより、島国日本が少数派の文化であるのではないか、ということを強く感じた海外実習であった。

廃棄物の観点でも、日本とカンボジアではまるで状況が違うということを知ることができた。日本では、地域実習で訪れた岡山市東部クリーンセンターのような焼却施設が各地に整備され、当たり前のように家庭ごみの焼却処理(及び熱回収)が行われているが、カンボジアではそれが無い。家庭ごみの組成も、日本とは大きく異なる。それなのに、プラスチックが普及してしまったせいで、環境中にプラスチックが残ってしまう。あるカンボジア人は、日本に焼却炉がなかった時だって汚かっただろう、処理施設が出来たらちゃんと処理されるようになるだろうから、カンボジアの町がきれいになるのは時間の問題だ、といった。私は、少し違うと思った。日本の場合は、プラスチックが普及したころには、焼却処理を行う習慣があった。決して日本と同じとは言えないだろう。今環境中に残っているプラスチックが、将来何かしらの問題を引き起こす可能性も否定はできない。

現地の人は、いつも好きなように生きている、やりたいように暮らしている、という印象を受けた。交通事情や、食事も然り。クメル語は、発音そのものが日本語よりもはるかにはっきり、大きな声を出す構造になっていて、より自分のことを話したいように話しているような印象である。ごみの捨て方もそうである。ごみの分別など自分のためにならないから好きなように捨てている。その点では、日本人と比べて衛生面に対するモラルは低いかもしれない。だが、お客を歓迎したり、サービスをしてくれる点では、日本人よりはるかに開放的で、親切である。決してごみをそこらに捨ててしまう民族性が劣っているというわけではない。カンボジアの風土、気候がそれを許しているだけの話である。

では、彼らの習慣を変えるためにはどうすればよいのだろうか。ごみを分別したら利益

が返ってくるようなシステムを作れば良いだろうか。カンボジアで家庭ごみ収集運搬サービスを受けられるのは、都市部の契約された富裕層のみであるという。もしこのシステムが改善されれば、家庭ごみが町中に散乱することはなくなるのだろうか。もしここが日本であれば、大掛かりな焼却施設を作って収集運搬する、ごみ処理システムを構築し、人々の行動を変えることができるだろう。しかしカンボジアには技術、資金、人材がない。カンボジアの人が口をそろえて言うのは、教育が最優先だ、ということであった。

日本と全く異なる環境での実習は、たくさんの経験となり、私の中におおきな想像をもたらした。今一度、この貴重な実習の世話をしてくださった藤原先生、現地の Vin さん、モンティエンさん、ともに実習に行った Aing さん、生嶋さん、お世話になったすべての方々に、感謝申し上げたい。

Impression (AING)

The main problem of many municipality authorities and local level responsible for advising public health and sanitation is the management of MSW. In the developing countries as Cambodia, its more wide complication and challenging regarding to many indicator such as inadequate infrastructure and financing, sufficient of definite the role to take action of the local authorities, lack of legal framework and enforcement. Moreover, the uncollected waste and uncontrolled disposal of waste in the rural area and suburb area has harmful to public health environmental and social condition.

The challenge of distribution effective and efficient waste management is an issue to dealing stakeholder engagement including local government, public and private institution of waste management, and citizen themselves. Enhancement awareness of the diverse waste management option is crucial for the development of more basic principle approach to waste management associate with the public participation. The composting plant has been practice traditional way of waste treatment was promoting from family scale to mini scale depending on the quality, quantity, composition, and other factor.

In the developed countries has been higher investment on human, technological, and financial resources in order to achievement cleaner production and sustainable environment. The IWM in which waste management in which from the origin generation of waste to final step disposal. The resources recovery and energy production was set up to systematize supported suitable legislation and regulation. While, the pollution control policy were strict enforcement. Thus, the services were being take better in the developed countries, while the developing countries where education level, public participation legislation, and policies are inadequate.

**GRADUATE SCHOOL OF ENVIRONMENTAL AND LIFE
SCIENCE, OKAYAMA UNIVERSITY**

AING CHHENG NGUNN (48429301)
CHIYOSHI YAMASHITA (48429310)
MINAMI IKUSHIMA (48429201)

**REPORT of RESEARCH PROJECT PRACTICE in CAMPUS REGIONAL and INTERNATIONAL
on “ENVIRONMENTAL REHABILITATION in ASIA”**

(Group Reports)

The following reporting of research project practice in campus, regional, and international on environmental rehabilitation in Asia being circulation pursuant to Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University.

-
1. The campus research practice on composting of Okayama University
 2. The regional research practice on household waste composition at clean east center of Okayama Prefecture
 3. The international research practice on CSARO composting activities in Phnom Penh city of Cambodia
 4. The international research practice on rapid assessment of household waste practice in Chhnuk Tru floating village of Cambodia
 5. The impression of solid waste management in less developing country and developed country of research project practice of environmental rehabilitation in ASIA
 6. The international project activities studied plan
 7. Reference
 8. Appendix picture of research project practice activities

1. The Campus Research Practice on Composting of Okayama University

The composting product through microorganisms decay down the plant and animal materials suitable forms for soil type. The realizable compost process through the combination of organic and animal material with the fundamental of C:N ratio of between 25:1 and 40:1. The most influencing factor in the composting process feedstock and nutrient balance, particle size, moisture content, oxygen flow, and temperature in term of active phase and curing phase. The optimization of composting condition description as oxygen > 10%, the moisture 40 to 60%, C/N = 30:1, while the temperature between 90 to 140 °F.

The waste composition material employed from the Okayama University campus including food waste, vegetable, horse dung, source of compost, leaves, mowing, and pruned branch. The total amount of composting material is about 7.8 kg. The more detail waste material fraction is presenting in the figure

1. The pre-processing of composting describe as:

- Separation or removal of oversize
- Size reduction through shredding to create the suitable space of sustaining the bacterial action
- Blending and compounding to adjust the carbon-nitrogen ratio, moisture content, or structure material to composted

After that keep in the plastic box.¹

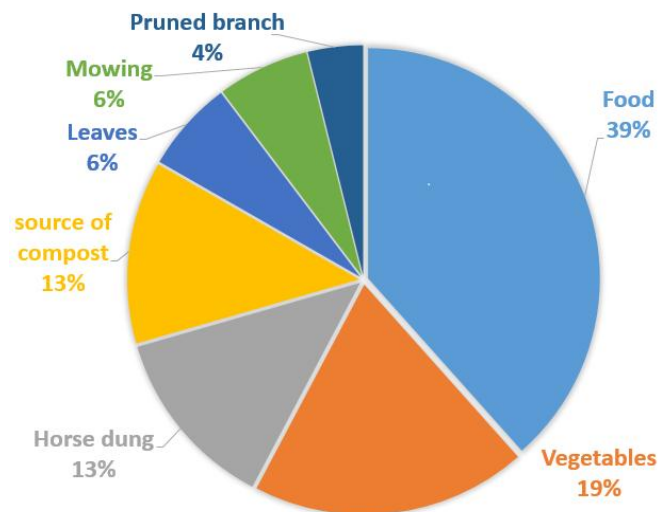


Figure 1: The waste material composition

2. The Regional Research Project Practice on Household Waste Composition at Clean East Center of Okayama Prefecture

The accurate and reliable information on waste characterize the type of the material disposal is compelling in term of planning and monitoring and evaluation of municipality waste management (MSW) system. To build up system and enhancement technologies, the relatively detail need data for the waste composition of the municipality solid waste. According to the United Nation Environment Programmed (UNEP) was addresses the discrete point of view on characterization of waste material composition as well as reliable data support municipality as following: (1) determining the best management method for different materials (2) planning recycling and composting programs by identifying the amounts of recyclables and organic materials generated by residential, commercial, and possibly industrial sector (3) sizing the Waste to Energy (WtE) facilities base on the amount of waste remaining in the waste stream after recycling and composting (4) estimating waste transportation and separation costs using local estimates of total municipal waste volume and weight.

¹ The precise detail of processing depend on the technique, equipment, and management system used. While the several factor that influence into the composting such as temperature, moisture content, aeration, particle size, nature of the feedstock, accelerants, processing time, and maturation and curing was further Analysis of the Master Student in Takeshi Fajiwara's Laboratory of the Msc. Research Dissertation.

A survey to characterize municipality solid waste contribute baseline data to implement the progress toward specific waste management goal. The detail information of local waste characterization are need absolute waste stream survey conduct at MSW incineration, landfill, WtE facilities, and transfer station. Moreover, waste composition reinforcement projection of the size and composition of the future MSW stream support information to local planning and engineering operating the MSW facilities. Also, the comprehensive waste composition survey afford to local government of decision maker in term planning purpose and significant investment.

The Okayama is the capital city Okayama Prefecture (OP) in the Chukoku Region of Japan within the total land area of 789.92 Km², total population in February 2017 around 720,841 with population density of 910/km². The conduct studied of MSW characterization at Eastern Clean Center of OP. The major aim of the waste separation are (a) to quantifying the combustible and incombustible of waste and recyclable waste (b) to collect the waste samples for composition analysis. The MSW separation studies carried out 1 days by started from early morning until late evening.

The MSW composition analysis is a survey approach that providing baseline information about the MSW weight and type of each elemental waste material given by waste stream. The fundamental of adopting representative samples to reduce variations of the waste stream. The manually hand sorting into numerous advance defined sort categories by applying the accurate approach, which are then scale in each component fractions that alignment of the MSW data flow then are addressing each waste stream. The MSW characterization was playing a key important role in term of any waste treatment, waste incinerations, open dumpsite management, and engineering designer of new waste technology shall take into account what the absolute waste stream component consist of, and biodegradable aspect is vitally imperative that critical data support in term of used in anaerobic and aerobic digestion.

The waste characterization studied was undertaken at the Easter Clean Center (ECC) in OP of Japan, was conducted the survey under Professor Takeshi Fujiwara's Laboratory of Okayama University. The research approach refine for the survey satisfies the need for method to be instructed, accurate generation and reliable result to be representative of the research studied. Prior in the waste characterization fieldwork, all the project members were train on the surveying, safe handling of waste, waste collection, and waste characterization component of the waste stream. Moreover, the sampling members were guided on how to select household plastic bag (yellow bag) toward each pre-define category. Similarly, the members were briefly on the research method how to display and determine sample for water moisture content, density, heat value, and CHN of the MSW in the further analysis. Furthermore, the sampling members engaged in the MSW characterization survey were providing with safety staff that presents necessary equipment and their intended function.

The number of sampling was determine with the use of respectable approach for the analysis of MSW. Rarely in the MSW was management of the total population, therefore, the representative sampling of each type undertaken during the survey established practice for the accurately determining waste quantities and waste characteristics. The sampling procedure of the MSW studied are following as: (A) the transfer station method as suggested by the ECC manager (B) the waste crane was catch up and pick up the household waste bag from the receiving hopper (about 500 Kg of the author estimation) (C) the recommended sample weight of relatively 100 Kg has been made through vary significantly from the measurement on the larger sample taken (D) according to the research methodology, totally of household waste bag about 27 of the yellow plastic bags were randomly chosen for the survey samples must be analyses in order to provide the desire level (E) the household waste bag were sorted into 5 type of yellow plastic bag based on the volume viz 45L

(6 bags) , 30L (6 bags), 20L (7 bags), 10L (5bags), and 5L (3 bags) (F) the team work characterization are dividing into 3 main major waste categories viz (i) combustible (kitchen waste, plastic, paper, rubber & leather, textile, other woods) (ii) incombustible (iii) recyclable waste (PET, can or metal, glass bottle or glass, textile, paper) and eleven consumptions categories relatively as following food, beverage and snack, condiments and cooking oil, household and utensils, clothes and footwear, books or magazine & others, education & recreation products, beauty products, personal items and tobacco, miscellaneous expenses, and other than the above.

The composition of household waste whereas larges amount of 38% paper waste, 27% kitchen waste, 16% plastic waste, animal excrete 9%, and other category such as rubber, leather and textile, woods leaf branch, non-burnable waste, and other about 10%, respectively as report in Figure 2 of household waste composition. Generally, the paper, kitchen, and plastic is the major categories of household waste fraction in Japanese society. Recently, the animal excreta ratio increasingly in OP.

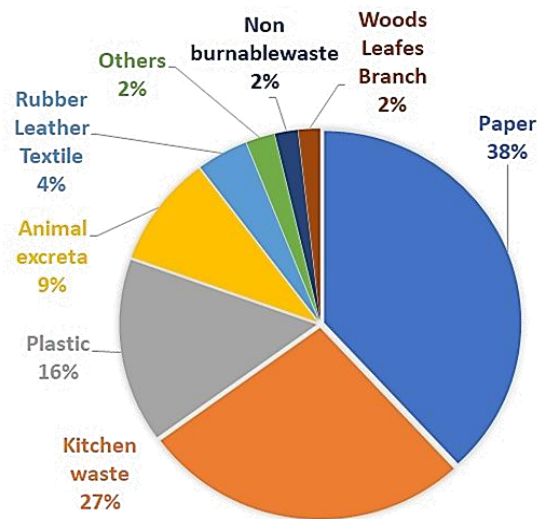


Figure 2: The household waste composition

Similarly, the main component of waste category in OP including recyclable waste, burnable and non-burnable and other presenting in figure 3 of the household waste categories. The total waste characteristic about 100kg while the main major component of household waste in term of recyclable waste 26%, burnable waste 74%, and other term together was less than 1%.

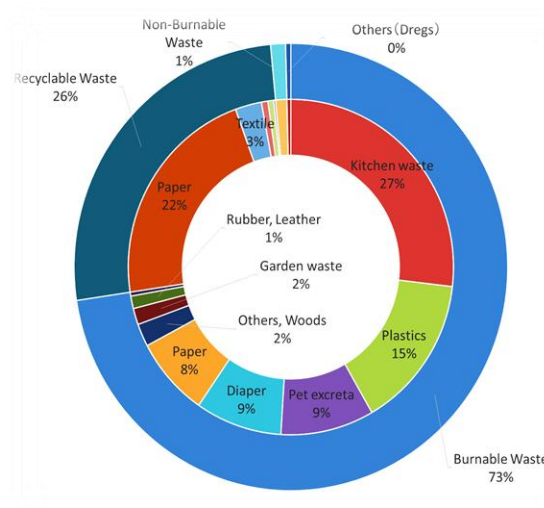


Figure 3: The household waste categories

3. The International Research Project Practice on CSARO composting activities in Phnom Penh City of Cambodia

The Community Sanitation and Recycling Organization (CSARO) is a Cambodian local Non-Government Organization (NGO) founded in 1997, developed by a group of development workers committed to improving the environment and living conditions of Phnom Penh city in Cambodia. The vision of CSARO was improving the living standard and working condition of thousands of waste pickers by transforming in terms of socio-economic and sanitation conditions. By the meantime, the mission was to encourage and motivate poor people living in urban areas to renovate the capacity of the environment, social, and economic conditions. The partial funding was supported by CORDAID, MANOS UNIDAS, and MISEREDR. While, the mandate between donor and CSARO was set up with the goals as follows: (A) to assist residents to improve their community infrastructure, solid waste management and hygiene knowledge; (B) to assist waste pickers to better their social and economic conditions through skills development and self-help activities; (C) to improve the community's capacity to develop itself for a sustainable future; (D) to strengthen CSARO staff capacity for greater effectiveness. The CSARO was put through the finalization for the 3-year strategic planning (2004-2007) as seen as (a) community development program, (b) waste picker development program, (c) solid waste management program, (d) mobile outreach education program, (e) community, and (f) institutional development program.

Recently, Phnom Penh waste generation has increased dramatically, considering modern societies as functioning of change in habits and lifestyle of consumers as long as economic development. Regarding to increasing population, urban development, industrialization, and MSW generation gained an important consideration over the last decade. As the report of the Japanese International Cooperation Agency (JICA) mentioned, the waste stream used to comprehend the current flow of waste in Phnom Penh as household waste about 597.3 tons/day, restaurant waste 54.0 tons/day, shop waste 153.1 tons/day, market waste 88.0 tons/day, school waste 6.9 tons/day, street sweeping waste 2.6 tons/day, hotel waste 2.7 tons/day, and office waste 1.1 tons/day. The total of Phnom Penh waste generation rates obtained in the JICA study approximately 905.7 tons/day was collected in the year 2003, as compared to Send., et al 2016, which mentioned about the waste disposal at the dumpsite approximately 53,535.12 tons/months within an average 1,726.94

tons/day which following as Organic Waste (54.52%) Plastic (21.23%) and Textile (13.04%) are respectively of waste composition. While Seng., et al 2013 was mention the MSW from 0.136 million tons in 1995 to 0.361 million tons in 2008. However, the per capita of household waste generation was 0.487 kg day (-1) consist of Food Waste 63.3% as the predominant majority of waste faction follow by Plastics (15.5%) Grass and Wood (6.8%) Paper and Cardboard (6.4%) and Other Waste (including Metal Glass, Rubber/Leather, Textiles, and Ceramic/Stone) (<3%).

Regarding to the Waste Management Program (WMP) in Cambodia was sets up the primary following key principles to developed the sustainable liquid and solid waste manage as (1) The political will and financial affordability are prerequisites for adequate management (2) The health, economy and environment are equally important factors (3) The stepwise approaches are essential to explore alternatives and integrated solutions (4) The national and local governments are to take responsibility in creating an enabling environment for sustainable solution (5) The commitment and involvement of all stakeholders has to be assured from the beginning (6) The public and private partnership and other new financial mechanisms are to be explored (7) The linking wastewater management systems to other sectors (8) The sustainable solution for waste management will build upon pollution prevention and low-cost technologies. At the meantime, the key principle of WMP following improvement to figure out sustainable SWM as (i) To set up waste inventories throughout the country to assess the actual and potential impact of waste on the living environment in provinces and cities (ii) To review and develop guidelines and standards relevant to waste management in accordance with national land local requirements (iii) To enforce all pollution sources to implement the guidelines and standards relevant to waste management as well as to raise their awareness of proper waste management (iiii) To disseminate the waste management guidelines and standards to all stakeholders including local communities (NGO) (iiiii) To promote the 3Rs (Reduce, Reuse, and Recycle) (iiiii) To promote cleaner production to minimize or eliminate the use of toxic hazardous wastes from industries.

At the circumstance, there are several available optional was being taken into consideration in term of local NGO contribution alignment with national policy. The CSARO was set up an emergency response plan for accidents in waste management was taking action plan in term (I) To encourage waste separation at source for effective organic waste composting (II) To cooperate and co-ordinate with inter-ministries and relevant agencies including international organization and NGOS in waste management and planning in Phnom Penh city of Cambodia.

As the compost plant was selected as the priority and effective approach in waste management as:

- To recovery organic waste from market waste (organic residue as resource)
- To reduces landfill waste amount and reduce gas emissions
- To decrease land disposal waste (illegal dump) and less negative environment impact

As the result, the CSARO was adoption the aerobic composting plan in windrow system of minimal technology as following reasons:

- The construction and operation cost is low
- The adoption of composting plant which proves acceptability of system based on organic waste composition and solid content

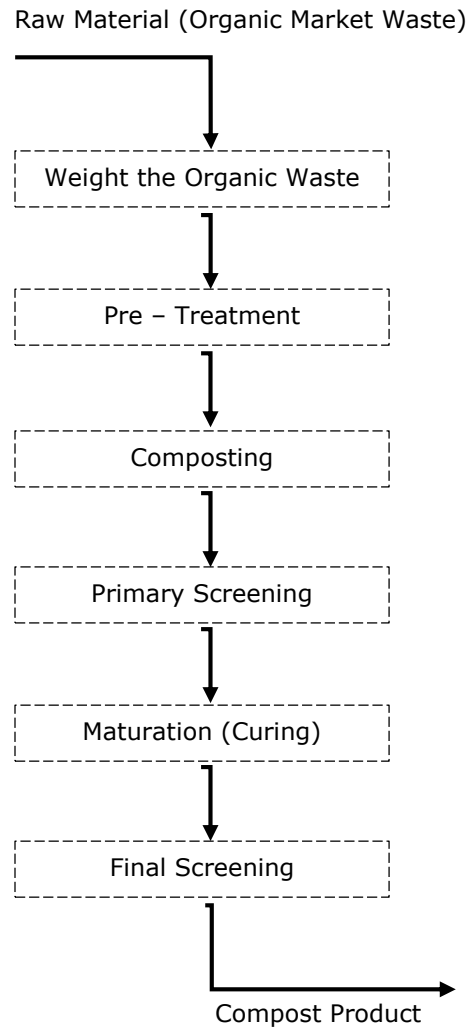


Figure 4: Demonstrate the flow of the proposed compost plant process

The design assumptions made for preliminary design as described following:

Design principle:

- The Plant capacity was calculated to be 4 tons/day of organic waste from local market waste (Psa Derm Kor) located central of Phnom Penh city was separately collected and transport by waste collection company (cintri company) and that the plant operates 350 days/year.
- The composting plant constructed and surrounded by buffer zone (green belt).
- The composting area covered and effort to make prohibit the generation of leachate. The area will be equipped with side trenches to collect leachate generated from the pile, which is treated at the leachate treatment facilities.

Design assumption

- The composting Period: In general practice, the composting period is in the order 20 to 30 days. This preliminary design processes a period of 28 days including a margin of safety that allows adjustment for variations in moisture content of the raw material.
- Turning Frequency: The Five turnings in total are carried out during the 28 days composting period, with an interval between turning of 5 or days. Then, transferring the raw compost to the maturation area on the 28th day was counted as the 5th turning. The initial temperature of static piles should be maintained at 55 – 60 °C which is the determinant of the timing of turning.
- Maturation Period: In generally in order of 30 to 90 days. The preliminary design assumes a 60 day period in order to provide sufficient maturation time.
- Bulk Density and C/N Ratio: The bulk density and the C/N ratio obtain by laboratory analysis are employed as the figure 5. Meanwhile, the Project Practice Studied Team also corresponding figure for Final Compost Product (Table N.1 and Table N.2) derived the sample and empirical values obtained at Takeshi Fujiwara's Laboratory of Okayama University, Japan.
- Moisture Content: According to the interview with composting staff was mention about the moisture content of market waste approximately 65%.
- Compostable Content: The compostable content in the raw material was assumed 90%, while non-compostable waste in the raw material taken to account approximately 10% was collected from interview with CSARO composting staff.



សំណើម (Moisture)		26.50
នីត្រូសែន (Nitrogen) N	N	2.04
កាបូន (Organic Carbon) C	C	20.85
ហ្វូស្វ័រ (Phosphorus) P	P	1.27
ប៉ូតាស្យូម (Potassium) K	K	2.30
ម៉ាញ៉េស្យូម (Magnesium) Mg	Mg	0.412
កាល់ស្យូម (Calcium) Ca	Ca	0.192

Figure 5: The composting content analysis of CSARO product

Compost	ID	Weight (mg)	C (%)	N (%)	C/N
No.1	1	2.927	21.9	1.58	13.86
	2	2.881	22.36	1.55	14.43
	3	3.269	24	1.59	15.09
	4	2.892	22.36	1.52	14.71
	5	2.752	22.35	1.67	13.38
No.2	1	3.14	17.52	1.45	12.08
	2	3.202	18.84	1.46	12.9
	3	3.002	16.74	1.38	12.13
	4	2.851	17.58	1.45	12.12
	5	2.932	17.08	1.31	13.04

Table 1: The C:N result analysis in FJ's Lab of Okayama University, Japan

Compost	ID	Weight (mg)	C (%)	N (%)	C/N
No.1		14.721	22.630853	1.581387	14.31076
No.2		15.127	17.570642	1.411089	12.45183

Table 2: The C:N result analysis in FJ's Lab of Okayama University, Japan

4. The International Research Project Practice on Rapid Assessment of Household Waste Practice in Chhnuk Tru Floating Village of Cambodia

The rapid assessment of household waste practice was conducted in to the targeted Chhnuk Tru floating village in Kampong Chhnang Province, Cambodia. The key informant interview (KII) with village leader and village mapping by travelling around also include with the survey. The study was implement in close collaboration with Royal University of Phnom Penh (RUPP), Cambodia lecture. The main findings of the study are summarized below.

Regarding to the KII was mention about household characteristics as the total population in floating village about 1000 household which including 400 of Vietnamese household. The average household size was 6 persons. The sample household heads were predominantly male. The majority of women were presented at the village during studies which mostly female need looking after the children and notable the present of elder women staying home looking their grandchild and responsible on cooking. While, the young people went to sell labor outside the village and fishing. Due to the meeting and

discussion mostly only female and elder people has responsible in household waste management. This found very challenge in transforming the information and knowledge to change their behavior and not reachable to the decision maker.

The village mapping is used to capture the information of village to define the current data such as household, head of household, number of family member migrate, number of children under 5 years old, and information on the type of waste discharge and household waste practice very important to inform the knowledge and given the baseline data for the project studies.

The reliable of waste treatment, the selected study has no any major waste treatment since they used the natural treatment of waste discharge directly to the environment. All the confirmed at wet season from (May-August) wash out all the waste disposal on the land area to the Tonle Sap lake.

The belief, motivation and barriers of the study site was mention as the key barriers to access the waste treatment following difficult of accessing the waste treatment, absent of better final disposal, habit of household waste practice and lack of awareness or knowledge about its bad impact, and education level. The three key factors enable households to improve their household waste treatment as enhanced the awareness and of the beneficial impacts of household waste safety, improved accessibility, and the obtainment of waste treatment. The household less willing to pay in private collection service on their own, but the household motivated to dispose at design disposal authorities.

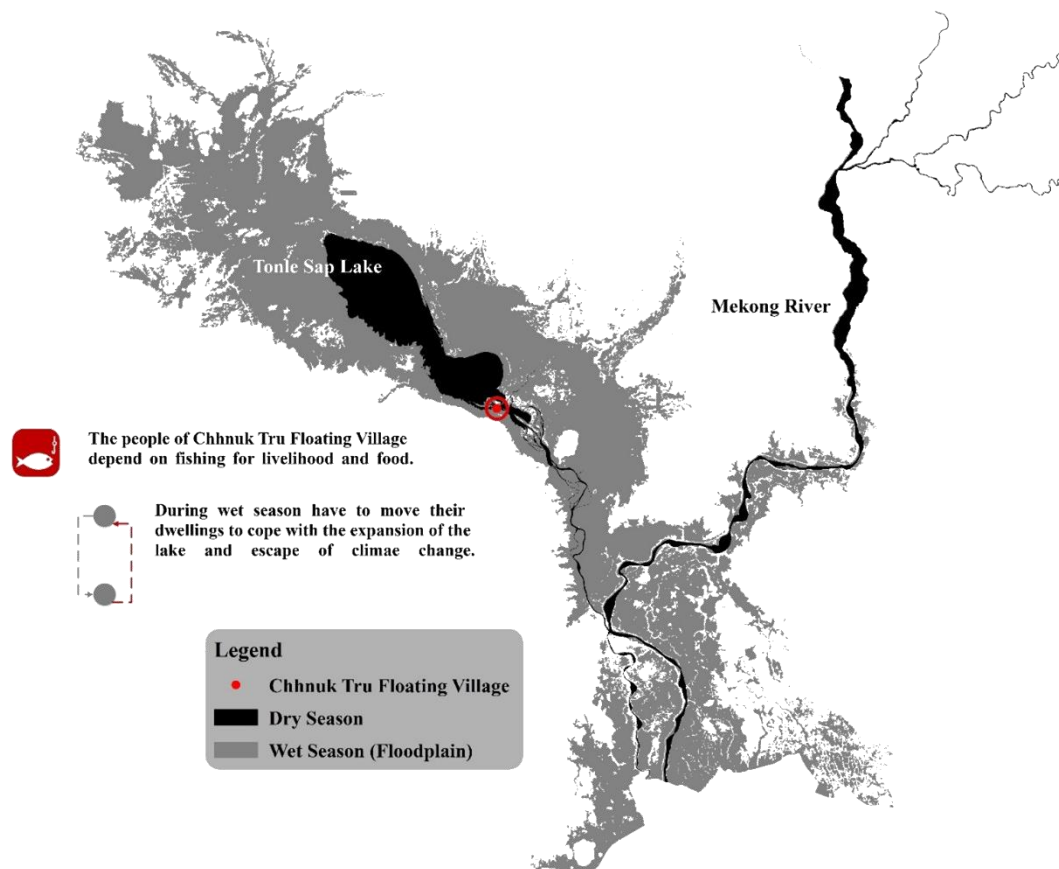


Figure 4: The chhnuk tru floating map of Cambodia

In relation to waste treatment, the main responsibilities of Provincial Department of Environment (PDE) are well construct and maintenance of waste treatment in rural areas, provision of training to

communities about the environmental quality and the impact of have waste condition with poor quality, and organization of waste user committees. The main responsibilities of the District of Rural Development (DoRD) are to collect and report relevant data to PDE, assist the Commune Council in developing the Commune Investment Plan, search for donor/NGO assistance in term of promote or educate the public about the clean environment and household waste practice safety. The main responsibilities of the Commune Council is to funding from government or donors/non-government organization, planning, request for donor/NGO assistance, and public promotion or education about household waste practice. The main responsibilities of village authorities to request the Commune Council, donors/NGOs and promote or educate village member about the household waste practice safety and environmental maintenance, and get the people to contribute money for the construction of public event.

There is communication among authorities and rural development officers with regarding sanitation and hygiene and household waste practice in safety way. This communication is initiated for the following key purpose or reason as consultation and consideration of the Community Investment Plan in district /provincial level plans, situation monitoring, communication of requests for construction and repair of waste disposal. Information sharing during internal and public meetings, coordination of efforts on promotion and coordination in the project implement and investment plans and substantiate request for assistance in building or repairing the waste disposal. It happened primarily through internal and village meetings. The results of the meeting are reported to the PDE, DoRD and district government for integration in their own plan or appropriate action. It is through the same channels that PDE, DoRD and district government mainly collect information and community members relay their complaints and feedback relating to environmental sanitation and household waste practice.

Household waste discharge per capita was 0.5 kg day(-1). The predominant portion of generation waste food waste, plastic bag, and pet bottle. The waste recycling through family scale to informal sector in moderate level. Presently, the storage and discharge, collection, transport and disposal inadequate condition possible to risk the environment and harmful to human well-being.

5. The Impression in Solid Waste Management in Less Developing Country and Developed Country of Research Project Practice of Environmental Rehabilitation in ASIA

The main problem of many municipality authorities and local level responsible for advising public health and sanitation is the management of MSW. In the developing countries as Cambodia, its more wide complication and challenging regarding to many indicator such as inadequate infrastructure and financing, sufficient of definite the role to take action of the local authorities, lack of legal framework and enforcement. Moreover, the uncollected waste and uncontrolled disposal of waste in the rural area and suburb area has harmful to public health environmental and social condition.

The challenge of distribution effective and efficient waste management is an issue to dealing stakeholder engagement including local government, public and private institution of waste management, and citizen themselves. Enhancement awareness of the diverse waste management option is crucial for the development of more basic principle approach to waste management associate with the public participation. The composting plant has been practice traditional way of waste treatment was promoting from family scale to mini scale depending on the quality, quantity, composition, and other factor.

In the developed countries has been higher investment on human, technological, and financial resources in order to achievement cleaner production and sustainable environment. The IWM in which waste management in which from the origin generation of waste to final step disposal. The resources recovery and energy production was set up to systematize supported suitable legislation and regulation. While, the pollution control policy were strict enforcement. Thus, the services were being take better in the developed countries, while the developing countries where education level, public participation legislation, and policies are inadequate.

6. International Project Practice Activities Studied Plan

Item	Timeframe				
	November (2017)				
	13	14	15	16	17
Fly from Japan to Cambodia					
Departure to Tonle Sap lake					
CSARO Composting Plant					
Ministry of Environment of Cambodia Interview					
Representative of JICA in Cambodia Interview					
SATREPS coordinator in Institution Technology of Cambodia Interview					
Department of Environmental Science, Royal University of Cambodia Interview					
Fly from Cambodia to Japan					

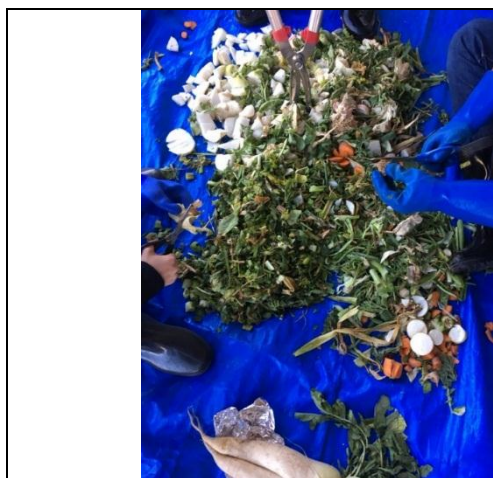
7. References

Seng, B., Fujiwara, T. (2016). Municipal Solid Waste Characterization and Recycling Potential in Phnom Penh City, Cambodia. Journal of the Faculty of Environmental Science and Technology, Okayama University. Vol.21, No.1, pp.3-4, March 2016.

Seng, B., Hiriyama, K., Katayama-Hirayama, K., Ochial, S., Kaneko, H. (2013). Scenario analysis of the benefit of municipal organic-waste composting over landfill, Cambodia, *J. Environ. Manage.* 114, 216-224.

Japan International Cooperation Agency (JICA) (2005): The Study on Solid Waste Management in the Municipality of Phnom Penh in the Kingdom of Cambodia, Final Report, Main Report. JICA, Phnom Penh. Cambodia.

8. Appendix Picture of Research Project Practice Activities



Composting activities in campus



Composting activities in campus



Waste composition at clean east center



Waste composition at clean east center



CSARO composting plant



CSARO composting plant



CSARO stuff interview



Chhnuk Tru floating village interview



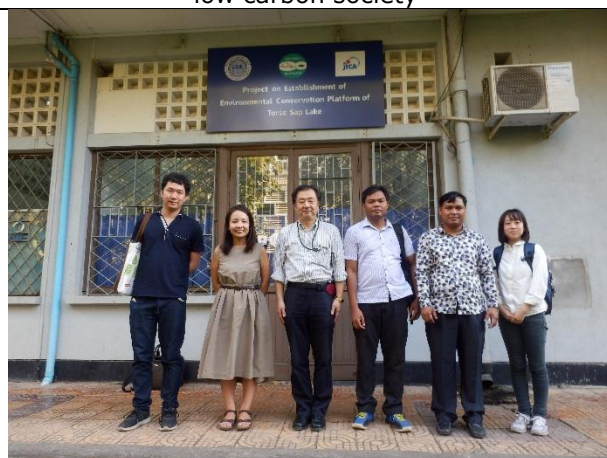
Representative of Cambodian JICA interview



Chief of Environmental of Ministry of Environment (MoE) of Cambodia interview about low carbon society



Department of Environmental Science (DES), Royal University of Phnom Penh of Cambodia interview



Environmental Conservation Platform of Tonle Sap Lake, SATREPs Project coordinator interview

Study on gasification treatment of combustible solid waste in Singapore

Md. Azhar Uddin, Professor, Graduate School of Environmental and Life Science

The energy demand of the world is growing continuously and this trend will continue in the future. Presently, most of the energy is produced from non-renewable fossil fuel. In this situation, the power generation from alternative source of energy is desirable. Municipal solid wastes (MSW) contain various combustible organic substances such as paper, wood, waste plastics, food waste etc. and these wastes could be a source of energy and chemicals if we use appropriate technologies. There are several technologies available for utilizing MSW as a source of energy such as direct combustion to generate thermal (heat) energy, or gasification with limited amount (sub-stoichiometric) of air and or steam to generate synthesis gases (mixture of hydrogen and carbon monoxide) which could be used as fuel in gas turbine or gas engine to generate electricity. Gasification of MSW has several advantages compared with direct combustion or incineration such as high efficiency, comparably clean exhaust (free of fly-ash), etc. Singapore is a densely populated small city-state with a very limited space for waste disposal by landfilling. Singapore is working on gasification of municipal solid waste called RDF (Refuse Derived Fuel) as a means of waste disposal and utilization of the waste resources.

Nanyang Technological University (NTU), one of the national universities in Singapore, has been studying advanced and clean technology for the gasification of RDF prepared from solid waste collected in the campus. In Okayama University, we have been developing process for catalytic gasification of biomass waste into synthesis gas, particularly hydrogen-rich fuel gases. In this project, three master course students from the Graduate School of Environmental and Life Sciences of Okayama University visited the Residues and Resource Reclamation Center (R3C) at Nanyang Environmental & Water Research Institute (NEWRI) to conduct gasification experiments. We also collected RDF sample from R3C and brought back to Okayama University for further study in our laboratory. The main purpose of this course is to nurture talented students in Okayama University who can exercise leadership internationally towards the environmental regeneration of Asia" and it is planned to achieve through practice/exercise a research topic in two stages: In-campus Course and Domestic Course, and International Course.

The main theme of this study is "Study on gasification treatment of combustible solid waste in Singapore" Three master course students participated in this study. Details of the students' activities in this course are described in this report.

• International Course

In Singapore, waste is divided into two major categories: general waste and toxic industrial waste. Currently, about 60% of general waste is recycled, and the remaining 40% is landfilled in an island called Semakau Island. In Singapore where the land area is small, how to reduce landfill waste is an issue. Therefore, research on gasification is carried out as effective utilization of waste. In international course the gasification of RDF from NTU was carried out at NTU in Singapore by the participants from Okayama University with NTU researchers.



Fig. 1. Waste collection and processing of RDF in NTU campus.

• In-campus and Domestic Course

In in-campus and Domestic Course, the students conducted the following experiments at the laboratory of Environmental Reaction Engineering Laboratory at Okayama University with RDF collected from Singapore. In these experiments the students learned about the method of conversion RDF of solid into gaseous fuels using a catalyst. Here, the students gained experiences in wide range of experimental techniques and analytical procedures (gas and solid analyses) for biomass conversion technologies.

Final Remarks

This program provided the students some unique opportunities to gain hand-on experiences in learning some useful techniques for the utilization of MSW in the campus, domestic and international courses. Furthermore, the students have improved their ability to communicate in English by practicing in an international atmosphere. These experiences will add immeasurable benefits to the students in building their future career and leadership both domestically and internationally.

シンガポールにおける可燃性固形廃棄物のガス化処理に関する研究

環境生命科学研究科 48429361 高橋陸哉

1. 緒言

バイオマス試料から可燃性ガスを得る研究が注目されている。ガス化とは有機系および化学燃料系の炭素材料を水素、一酸化炭素、二酸化炭素に変換するプロセスのことである。これらの合成ガスは発電の他、硫黄を含まないクリーンなガソリンを生成する FT 合成、今後需要が増えていくと予想される燃料電池などに使うことができるため極めて有益である。

シンガポールでは一般廃棄物のおよそ 6 割がリサイクルされる。しかし、残りの 4 割の中で熱回収できないものはセマカウ島に埋め立てられている。国土面積の小さいシンガポールでは、埋め立て廃棄物をいかに減らすかが課題とされており、その解決策の一つとしてガス化の研究が行われている。そこで、南洋理工大学では大学内で出た廃棄物を可燃性固体燃料としてガス化実験を行っている。

本プロジェクトでは現地での実験を見学し、試料である可燃性固形廃棄物を岡山に持ち帰った。その試料を用いて私たちの研究室の実験装置でガス化実験を行い、その評価を行った。

2. 国際

2.1. 南洋理工大学訪問

私たちはシンガポールにある南洋理工大学 (NTU) を訪問し、大学内を見学した。また、南洋環境水処理研究所 (NEWRI) の中の R3C でガス化実験を行った。

2.2. 実験方法

2.2.1. 試料調製

ガス化実験に用いた可燃性廃棄物ペレット (RDF) の調製法を示す。NTU 内で出たごみの構成物質と同様の割合になるように試料を調製した。試料の構成物質の割合を Table 1 に示す。また、調製した試料に対して元素分析を行った。調製した試料を粉砕、ペレット化し実験に使用した。また、この試料は岡山に持ち帰り、実験に用いた。

Table 1 RDF の組成

Category	Plastic	Paper	Textile	Wood	Food	Horticultural
wt.% (dry basis)	35.0	23.0	7.7	6.9	16.0	11.4

2.2.2. RDF のガス化実験

ガス化実験は連続式反応装置を用いて行った。装置内に 6.29 g/min で RDF を連続的に投入し、反応器内温度 850°C、大気圧、水蒸気下でガス化実験を行った。生成したガスはテドラーバッグに回収し、ガスクロマトグラフで分析した。

2.3. 実験結果

2.3.1. RDF の評価

元素分析の結果を Table 2 に示した。RDF ペレット中には多くの炭素が含有していることが確認できた。これは RDF ペレット中にプラスチック、バイオマスが多く含まれることが影響していると考えられた。

Table 2 RDF ペレットの構成元素

C (%)	H (%)	N (%)	S (%)	O (%)	Ash (%) 850°C
56.3	8.41	1.09	0.33	25.4	8.46

2.3.2. RDF のガス化実験

ガス化実験によって得られた合成ガスの炭素物質収支は 96.7% となり、RDF 中のほとんどの炭素を合成ガスに変換することができた。合成ガスは水素、一酸化炭素、二酸化炭素とその他多くの炭化水素で構成されている。合成ガス中の組成と生成量を Fig. 1 に示した。合成ガス中の 32.0% は水素、38.7% は一酸化炭素となり、有用なガスの回収ができたといえる。

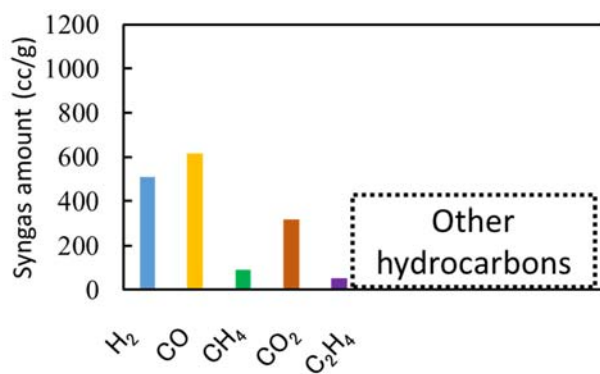


Fig. 1 各合成ガスの生成量

(その他炭化水素はいずれもごく微量だけ生成された)

3. 学内・地域

我々は岡山大学において、半回分式反応装置を用いてシンガポールから持ち帰った RDF ペレットのガス化実験を行った。ガス化実験に対する触媒の影響を評価した。

3.1. 実験方法

3.1.1. 触媒調製

鉄セリウム触媒は共沈法により調製した。初めに沈殿剤である 7 wt%NH₃ 水溶液に金属塩 Fe(NO₃)₃・9H₂O、Ce(NO₃)₃・6H₂O の水溶液を加えて攪拌し、pH=7 となるまでデカンテーションを行った。その後、吸引ろ過して 110°C、24 h 乾燥させ、700°C、1 h で焼成した。調製した触媒の組成は酸化鉄と酸化セリウムがそれぞれ 10 mol%、90 mol% となった。平均粒径を 300~450 nm に調整し実験に使用した。

3.1.2. 触媒の特性評価

除去剤の結晶構造は X 線回折法 (XRD) を用いて決定した。比表面積は N₂ 吸着装置 (Gemini2375、SHIMADZU) を用いて BET 法により評価した。

3.1.3. RDF の特性評価

持ち帰った RDF ペレットの熱分解特性を調べるために熱重量測定 (TGA) を行った。実験は窒素雰囲気下 (高純度 N₂ : 200 cc/min) で行った。実験前に 110°C、1 h の条件で試料を乾燥させた。乾燥後、昇温速度 7°C/min で 850°C まで昇温し試料の重量減少を観察した。

3.1.4. RDF のガス化実験

ガス化実験は半回分式反応装置を用いて行った。装置内に RDF と触媒を充填し、反応器内温度 200~850°C、大気圧、水蒸気下でガス化実験を行った。生成したガスはテドラーバッグに回収し、ガスク

ロマトグラフで分析した。

3.2. 実験結果

3.2.1. 触媒の特性評価

調製した鉄セリウム触媒は Fig. 2 に示すような結晶構造を示した。使用した硝酸鉄の割合が少なかったため、ピークは酸化セリウムのみ検出された。また、比表面積は 44.9 m²/g であった。

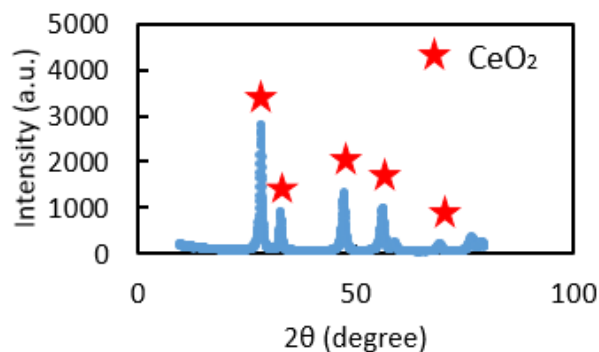


Fig. 2 鉄セリウム触媒の XRD 測定結果

3.2.2. RDF の特性評価

RDF ペレットの TGA 結果を Fig. 3 に示した。図より、二段階の分解が確認された。これは RDF ペレットが主にバイオマスとプラスチックで構成されていることに由来する。200-400°C の範囲でバイオマスが分解し、400-500°C の範囲でプラスチックが分解する。

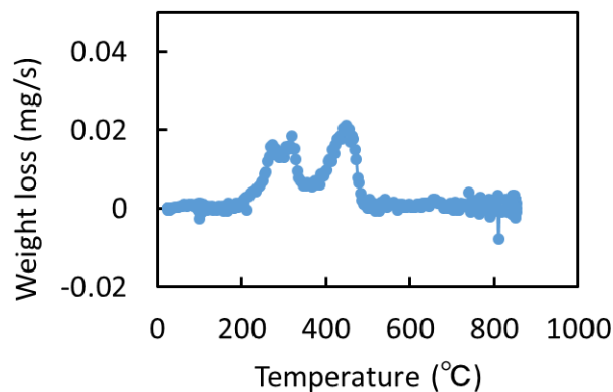
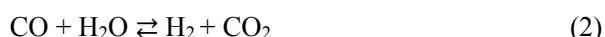


Fig. 3 RDF の各温度における重量減少速度

3.2.3. RDF のガス化実験

合成ガス中の組成と生成量を Fig. 4 に示した。触媒を用いることで水素、二酸化炭素の生成量が増加し、炭化水素の生成量が減少した。これは、触媒によって、(1) バイオマス及びタールの分解反応、(2) 水性ガスシフト反応が促進されたからではないかと考察した。この 2 つの反応式は次のように表される。



また、炭素質物質収支は触媒ありの時 82%、触媒なしの時 95%と触媒を用いない時の方が高かった。これは合成ガス中の炭素が触媒表面に析出して系内に留まってしまったのが原因ではないかと考えた。

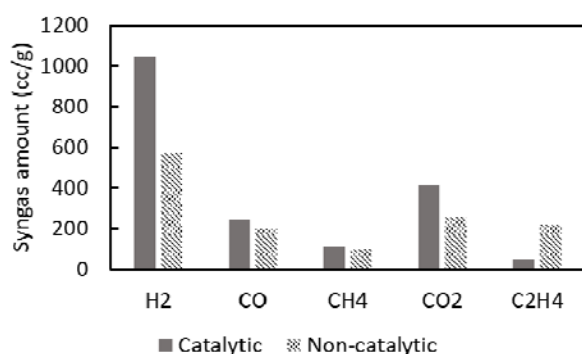


Fig. 4 触媒の有無による各合成ガスの生成量

4. まとめ

南洋理工大学および岡山大学での RDF ガス化実験より以下のような結果が得られた。

- ガス化处理により、可燃性固形廃棄物の再利用の可能性が示唆された。
- RDF 中のほとんどの炭素をガス化させることができ、一酸化炭素やメタンなどの合成ガスを得ることができた。
- ガス化に触媒を用いることで水素の選択性が向上した。

感想

本実習において、私はシンガポールの南洋理工大学を訪問した。現地では環境反応工学研究室の卒業生である Andrei 氏の研究所 (NEWRI) を訪問し、可燃性固形廃棄物のガス化実験を行った。また、その際に実験に用いた都市ごみを日本国内に持ち帰り、私たちの実験室において触媒を用いたガス化実験を行った。南洋理工大学の研究所で印象に残っていることは、ガス化実験中に同じ部屋で実験をしていた学生たちが、積極的にコミュニケーションを取り意欲的に研究に取り組んでいたことだ。南洋理工大学は留学生の数が非常に多い大学であり、NEWRI も多国籍な研究所だった。様々な国籍の学生が意見交換している姿が新鮮だった。私も英語を使って彼らとコミュニケーション

ンしようと努力したが、なかなか上手く伝わらず、ジェスチャーなどに頼らなければならなかった。自分の英語スキルの低さを痛感した。それでも、実験中は彼らの丁寧なサポートのおかげで内容を理解することができた。実験以外にも、一緒に食事をしたり、校内の案内をしてくれたり、シンガポールの名所を案内してくれたりなど積極的に交流することができた。南洋理工大学は岡山大学よりもかなり広い大学で、学生は校内を移動するために専用のバスを利用していたので驚いた。南洋理工大学の学食は想像以上に込み合っており、空席を見つけるのも大変なほどだった。アジア料理を始め、様々な国の料理が並んでいたのが印象的だった。

実習中にはシンガポールの街中を散策することもできた。シンガポールは国をあげて観光に力を入れており、特に夜の街並みはとても素晴らしいものだった。チューインガムの持ち込み禁止や、ゴミのポイ捨てで罰金など綺麗な景観を保つための取り組みも多く見受けられた。街中はバスや地下鉄の路線が充実しており本数もかなり多かったため、タクシーを使わなくても困る事はなかった。特に地下鉄は路線がはっきりと色分けされておりどの駅なのか分かりやすかったので外国からの観光客にとって優しい作りになっていると感じた。日本ももっと外国からの観光客にとってわかりやすいような工夫が必要なのではないかと感じた。

散策中、ふと港の方に目をやると街中とは違った雰囲気の広場があった。そこには大量のコンテナが置いてあり沖合には多数の船が停泊していた。この光景を見て、私はシンガポールの経済が貿易によって成り立っていることを思い出した。シンガポールは国土面積が非常に狭いため、石油などのエネルギー源から食物まで、そのほとんどを輸入に頼っている国である。シンガポールは貿易が盛んな国柄だということを目で見て確認することができた。

シンガポールの飲食店は開放的な造りになっているお店が多く、通行人が歩いているすぐ隣で食事をするくらいの距離感であり、日本との文化の違いを感じた。日本ではなかなか体験することのできない空間の中で夕食を食べることができた。

今回のプロジェクト実習でシンガポールを訪問し得られたことは、実際に英語を用いて生活や実

験に取り組めた経験ができたことだ。近年はグローバル化が進んでおり、普段の研究の中や今後企業に就職していく中で英語が必要になる機会に必ず遭遇するはずだ。私はこれまで自分の英語に自信が無く、英語を使うことに対してなかなか積極的になれず、避けてしまうようなことも多かった。今回の実習中も相手の英語が理解出来ずに困る場面が多かったが、困惑と同時に悔しいとも思うようになった。もし自分がもっと英語を使えたら世界中の人々と会話ができ、自分の世界が広がる可能性があるのではと感ずることができたのもこのプロジェクトの成果の1つであると考えている。また、実際に海外を訪れることで感じた既知の情報との違いや新たな発見なども自分にとって有意義なものであり今後の人生に役立つものとなった。

Study on gasification treatment of combustible solid waste in Singapore

Graduate School of Environmental and Life Science

48429361 Rikuya Takahashi

1. Introduction

Research on gasification to obtain flammable gas from biomass samples has attracted attention. Gasification is the process of converting organic materials and chemical fuel materials into hydrogen, carbon monoxide and carbon dioxide. These syngas are extremely useful because these can be used for power generation, FT synthesis that produces clean sulfur-free gasoline, fuel cells that are expected to increase in the future.

In Singapore, about 60% of general waste is recycled. However, among the remaining 40%, which can't be recovered by heat are landfilled in Semakau Island. The land area in Singapore is small, so how to reduce landfill waste is an issue, and research on gasification is being conducted as one of the possible solution. Therefore, at Nanyang Technological University, the gasification experiments are conducted using waste generated within the university as a combustible solid fuel.

In this project, we conducted gasification experiment in Singapore using solid waste. We also carried out the gasification experiment at Okayama University with our laboratory experimental equipment using that same sample collected in Singapore.

2. International level

2.1. Visit to Nanyang Technological University

We visited Nanyang Technological University (NTU) in Singapore. We also carried out gasification experiment at Residues & Resource Reclamation Centre (R3C) in the Nanyang Environment & Water Research Institute (NEWRI).

2.2. Experimental method

2.2.1. Sample preparation

The sample was prepared with actual garbage components in NTU. The prepared sample was crushed and pelletized and used for the experiment. Table 1 shows the composition of RDF pellets. Elemental

analysis was also performed for the RDF pellet. These pellets were brought back to Okayama and used for experiments.

Table 1 Composition of RDF pellets

Category	Plastic	Paper	Textile	Wood	Food	Horticultural
wt.% (dry basis)	35.0	23.0	7.7	6.9	16.0	11.4

2.2.2. RDF gasification experiment

Gasification experiment was carried out using a tubular-flow reactor. RDF was continuously introduced at a rate of 6.29 g / min, and at temperature of gasification was 850℃, under atmosphere pressure and water vapor. The syngas was collected in a tedlar bag and analyzed with a gas chromatograph.

2.3. Experimental results

2.3.1. Characterization of RDF

The result of elemental analysis is shown in Table 2. The proportion of carbon in RDF was high since it had paper, wood, food and plastics in RDF.

Table 2 Constituent elements of RDF pellets

C (%)	H (%)	N (%)	S (%)	O (%)	Ash (%) 850℃
56.3	8.41	1.09	0.33	25.4	8.46

2.3.2. Gasification experiment of RDF

The carbon material balance was 96.7%, so most of the carbon in the sample could be gasified. The syngas consisted of hydrogen, carbon monoxide, carbon dioxide and many other hydrocarbons. The composition and amount of production of syngas were shown in Fig. 1. It can be seen that 32.0% was hydrogen and 38.7% was carbon monoxide in the syngas, so useful gases could be recovered from NTU solid waste by gasification.

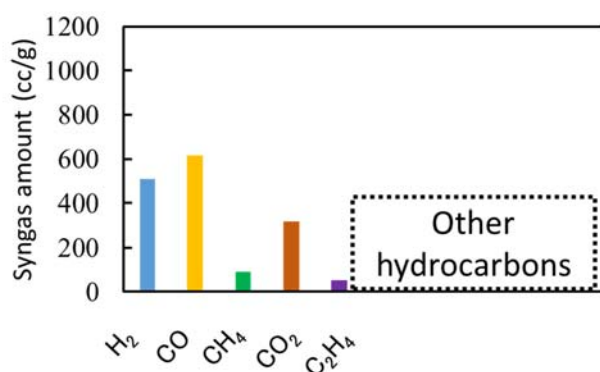


Fig. 1 Production amount of each syngas
(The amounts of other hydrocarbons were very small.)

3. In campus and domestic level

We carried out a gasification experiment of RDF pellets brought back from Singapore in Okayama University using a semi-batch reactor. The effect of the catalyst on the gasification experiment was evaluated.

3.1. Experimental method

3.1.1. Catalyst preparation

The iron oxide- cerium oxide catalyst was prepared by co-precipitation method. First, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ aqueous solutions were added to a 7 wt% NH_3 aqueous solution as a precipitating agent, and the mixture was stirred and decanted until $\text{pH} = 7$. Thereafter, it was filtered, dried at 110°C for 24 h, and calcined at 700°C for 1 h. The composition of the prepared catalyst was 10 mol% Fe_2O_3 and 90 mol% CeO_2 . The average diameter of particle was adjusted to 300-450 nm and used for the experiment.

3.1.2. Characterization of catalyst

The crystalline phase of the catalyst was determined using X-ray diffraction method (XRD). The specific surface area was evaluated by the BET method using an N_2 adsorption apparatus (Gemini 2375, SHIMAZDU).

3.1.3. Characterization of RDF

Thermogravimetric analysis (TGA) was performed to investigate the thermal decomposition characteristics of the RDF pellet. The experiment was carried out under a nitrogen atmosphere (high purity N_2 : 200 cc/min). Before the experiment, the sample was dried under the condition of 110°C , 1 h. After drying, the sample was heated to 850°C at a heating rate of $7^\circ\text{C}/\text{min}$ and the weight loss of the sample was observed.

3.1.4. Gasification experiment of RDF

The gasification experiment was carried out using a semi-batch reaction equipment. RDF and catalyst were filled in the reactor, and N_2 gas including steam was flowed there. The gasification experiment was carried out under a reactor internal temperature of 200 to 850°C , under atmospheric pressure and steam. The syngas was recovered in a tedlar bag and analyzed with a gas chromatograph.

3.2. Experimental results

3.2.1. Characterization of catalyst

The prepared catalyst had a crystal structure as shown in Fig. 2. Since the amount of iron nitrate used was small, only cerium oxide was detected as a peak. The specific surface area was $44.9 \text{ m}^2/\text{g}$.

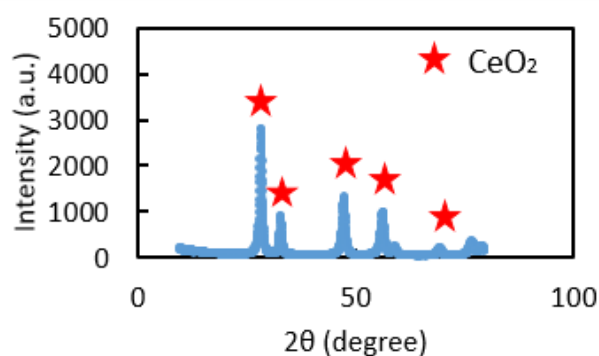


Fig. 2 XRD result of the catalyst

3.2.2. Characterization of RDF

The TGA result of RDF pellets is shown in Fig.3. From the figure, two-stage decomposition was confirmed. This is because the RDF pellet is composed mainly of biomass and plastic. Biomass decomposes in the range of $200\text{--}400^\circ\text{C}$, plastics decompose in the range of $400\text{--}500^\circ\text{C}$.

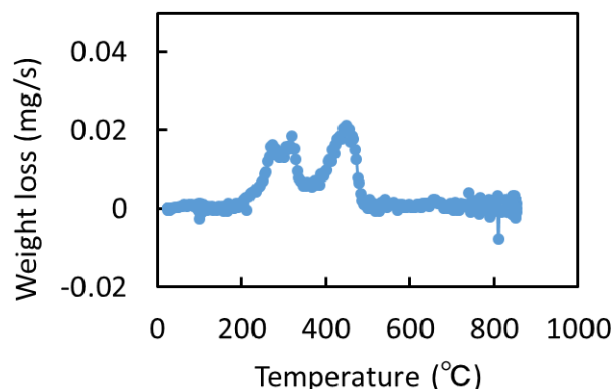


Fig. 3 Weight loss rate at each temperature of RDF

3.2.3. Gasification experiment of RDF

The composition and amount of production of syngas are shown in Fig. 4. By using the catalyst, the amount of hydrogen and carbon dioxide produced increased. On the other hand, that of hydrocarbons decreased. We thought two reactions were promoted (1) biomass and tar decomposition reaction, (2) water gas shift reaction by the catalyst. The reactions are expressed as follows.



The carbon balances were 95% and 82% respectively in the absence and presence of catalyst. Most of the carbon in RDF could be recovered in syngas. The ratio was higher in the absence of the catalyst. It was thought that carbon was precipitated on the catalyst surface

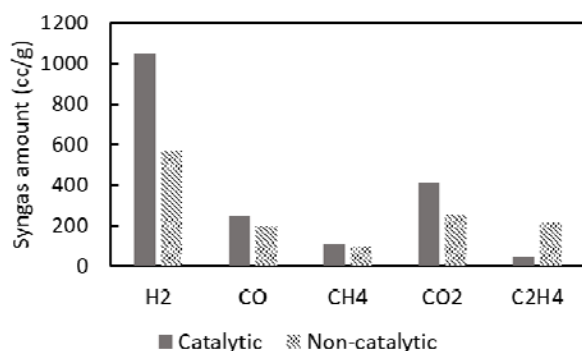


Fig. 4 The amount of each syngas in the presence and absence of catalyst

4. Conclusions

The following results were obtained from RDF gasification experiment at Nanyang Technological University and Okayama University.

- The possibility of reuse of combustible solid waste by gasification was suggested
- Most of the carbon in the RDF was gasified and it was able to obtain as CO, CH₄ and so on
- The selectivity of hydrogen could be increased by using 10Fe-90Ce catalyst

シンガポールにおける可燃性固形廃棄物のガス化処理に関する研究

環境生命科学研究科 48429362 戸倉佑一朗

1. 緒言

バイオマス試料から可燃性ガスを得るガス化の研究が注目されている。ガス化とは有機系および化学燃料系の炭素材料を水素、一酸化炭素、二酸化炭素に変換するプロセスのことである。これらの合成ガスは発電の他、硫黄を含まないクリーンなガソリンを生成する FT 合成、今後需要が増えていくと予想される燃料電池などに使うことができるため極めて有益である。

シンガポールでは一般廃棄物のおよそ 6 割がリサイクルされる。しかし、残りの 4 割の中で熱回収できないものはセマカウ島に埋め立てられている。国土面積の小さいシンガポールでは、埋め立て廃棄物をいかに減らすかが課題とされており、その解決策の一つとしてガス化の研究が行われている。そこで、南洋理工大学では大学内で出た廃棄物を可燃性固体燃料としてガス化実験を行っている。

本プロジェクトでは現地で実験を見学し、試料である可燃性固形廃棄物を岡山に持ち帰った。その試料を用いて私たちの研究室の実験装置でガス化実験を行い、その評価を行った。

2. 国際

2.1. 南洋理工大学訪問

私たちはシンガポールにある南洋理工大学 (NTU) を訪問し、大学内を見学した。また、南洋環境水処理研究所 (NEWRI) の中の R3C でガス化実験を行った。

2.2. 実験方法

2.2.1. 試料調製

ガス化実験に用いた可燃性廃棄物ペレット (RDF) の調製法を示す。NTU 内で出たごみの構成物質と同様の割合になるように試料を調製した。試料の構成物質の割合を Table 1 に示す。また、調製した試料に対して元素分析を行った。調製した試料を粉砕、ペレット化し実験に使用した。また、この試料は岡山に持ち帰り、実験に用いた。

Table 1 RDF の組成

Category	Plastic	Paper	Textile	Wood	Food	Horticultural
wt.% (dry basis)	35.0	23.0	7.7	6.9	16.0	11.4

2.2.2. RDF のガス化実験

ガス化実験は連続式反応装置を用いて行った。装置内に 6.29 g/min で RDF を連続的に投入し、反応器内温度 850°C、大気圧、水蒸気下でガス化実験を行った。生成したガスはテドラーバッグに回収し、ガスクロマトグラフで分析した。

2.3. 実験結果

2.3.1. RDF の評価

元素分析の結果を Table 2 に示す。RDF ペレット中には多くの炭素が含有していることが確認できた。これは RDF ペレット中にプラスチック、バイオマスが多く含まれることが影響していると考えられた。

Table 2 RDF ペレットの構成元素

C (%)	H (%)	N (%)	S (%)	O (%)	Ash (%) 850°C
56.3	8.41	1.09	0.33	25.4	8.46

2.3.2. RDF のガス化実験

ガス化実験によって得られた合成ガスの炭素物質収支は 96.7% となり、RDF 中のほとんどの炭素を合成ガスに変換することができた。合成ガスは水素、一酸化炭素、二酸化炭素とその他多くの炭化水素で構成されている。合成ガス中の組成と生成量を Fig. 1 に示す。合成ガス中の 32.0% は水素、38.7% は一酸化炭素となり、有用なガスの回収ができたといえる。

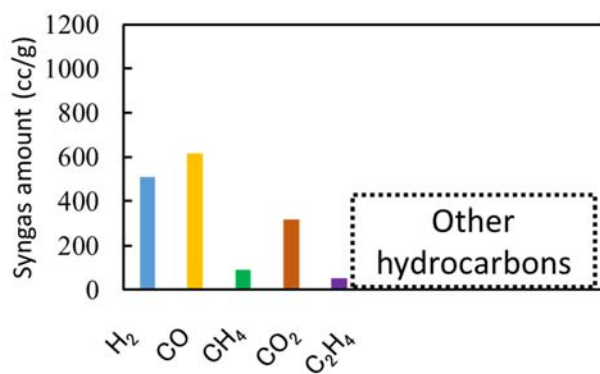


Fig. 1 各合成ガスの生成量

(その他炭化水素はいずれもごく微量だけ生成された)

3. 学内・地域

我々は岡山大学において、半回分式反応装置を用いてシンガポールから持ち帰った RDF ペレットのガス化実験を行った。ガス化実験に対する触媒の影響を評価した。

3.1. 実験方法

3.1.1. 触媒調製

鉄セリウム触媒は共沈法により調製した。初めに沈殿剤である 7 wt%NH₃ 水溶液に金属塩 Fe(NO₃)₃・9H₂O、Ce(NO₃)₃・6H₂O の水溶液を加えて攪拌し、pH=7 となるまでデカンテーションを行った。その後、吸引ろ過して 110°C、24 h 乾燥させ、700°C、1 h で焼成した。調製した触媒の組成は酸化鉄と酸化セリウムがそれぞれ 10 mol%、90 mol% となった。平均粒径を 300~450 nm に調整し実験に使用した。

3.1.2. 触媒の特性評価

除去剤の結晶構造は X 線回折法 (XRD) を用いて決定した。比表面積は N₂ 吸着装置 (Gemini2375、SHIMADZU) を用いて BET 法により評価した。

3.1.3. RDF の特性評価

持ち帰った RDF ペレットの熱分解特性を調べるために熱重量測定 (TGA) を行った。実験は窒素雰囲気下 (高純度 N₂: 200 cc/min) で行った。実験前に 110°C、1 h の条件で試料を乾燥させた。乾燥後、昇温速度 7°C/min で 850°C まで昇温し試料の重量減少を観察した。

3.1.4. RDF のガス化実験

ガス化実験は半回分式反応装置を用いて行った。装置内に RDF と触媒を充填し、反応器内温度 200~850°C、大気圧、水蒸気下でガス化実験を行った。生成したガスはテドラーバッグに回収し、ガスク

ロマトグラフで分析した。

3.2. 実験結果

3.2.1. 触媒の特性評価

調製した鉄セリウム触媒は Fig. 2 に示すような結晶構造を示した。使用した硝酸鉄の割合が少なかったため、ピークは酸化セリウムのみ検出された。また、比表面積は 44.9 m²/g であった。

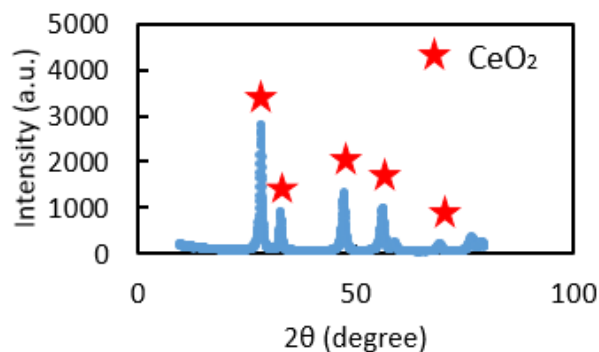


Fig. 2 鉄セリウム触媒の XRD 測定結果

3.2.2. RDF の特性評価

RDF ペレットの TGA 結果を Fig. 3 に示す。図より、二段階の分解が確認された。これは RDF ペレットが主にバイオマスとプラスチックで構成されていることに由来する。200~400°C の範囲でバイオマスが分解し、400~500°C の範囲でプラスチックが分解する。

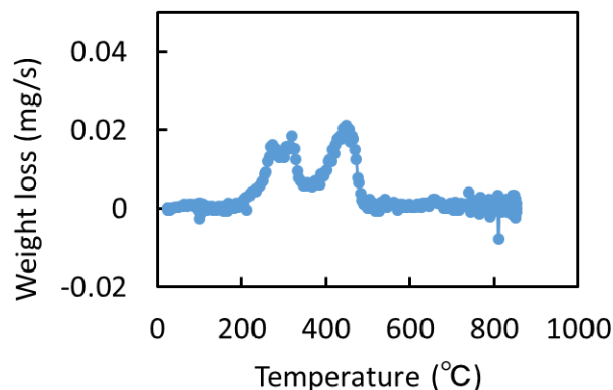


Fig. 3 RDF の各温度における重量減少速度

3.2.3. RDF のガス化実験

合成ガス中の組成と生成量を Fig. 4 に示す。触媒を用いることで水素、二酸化炭素の生成量が増加し、炭化水素の生成量が減少した。これは、触媒によってバイオマス及びタールの分解反応 (1)、水性ガスシフト反応 (2) が促進されたからではないかと考察した。この 2 つの反応式は次のように表される。



また、炭素物質収支は触媒ありの時 82%、触媒なしの時 95%と触媒を用いない時の方が高かった。これは合成ガス中の炭素が触媒表面に析出して系内に留まってしまったのが原因ではないかと考えた。

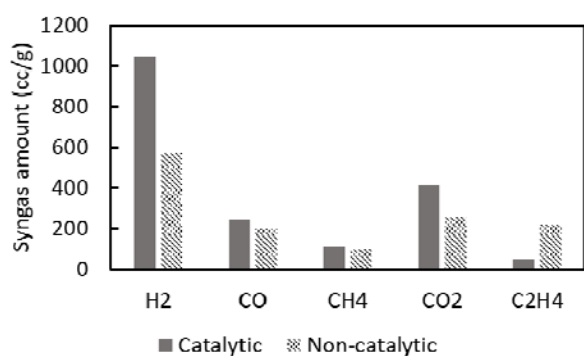


Fig. 4 触媒の有無による各合成ガスの生成量

4. まとめ

南洋理工大学および岡山大学での RDF ガス化実験より以下のような結果が得られた。

- ガス化处理により、可燃性固形廃棄物の再利用の可能性が示唆された。
- RDF 中のほとんどの炭素をガス化させることができ、一酸化炭素やメタンなどの合成ガスを得ることができた。
- ガス化に触媒を用いることで水素の選択性が向上した。

私はプロジェクト実習として、シンガポールの南洋理工大学(NTU)を訪れた。そこでは、私たちの研究室の卒業生であるアンドレイさんが所属する、南洋環境水处理研究所(NEWRI)の R3C にて研究室および実験の見学を行い、研究室の人たちと交流を行った。また、帰国後、シンガポールから持ち帰った可燃性固形燃料を用いて、岡山大学でガス化実験を行った。

私は、海外に訪れるのはこれが初めてだった。シンガポールは、岡山市より面積が小さいが、人口が多いため、世界 2 位の人口密度の高さである。また、国際航空便が発達しているため、観光客が多く、また様々な国の人が在住しているため、公用語は英語、マレー語、中国語、タミル語となっている。これらのことは、出国前にシンガポールについて知っていた。

実際にシンガポールを訪れると、空港の看板に多くの言語で案内が書かれていた。また、移動の際に利用したタクシー運転手は日本語が通じていた。このことから、国際便の関係で様々な国から観光客が訪れていることを感じた。車窓からは多くの高層住宅ビルが密集しているのが見えた。これは小さな面積を最大に利用するためにこのような居住形式となっているのだろう。また、移動中に気付いたことは、一般車が日本に比べて非常に少ないことだ。運転手によると、シンガポールは公共交通機関が発達しているため、国民はあまり車を所有しないそうだ。翌日、大学に通うために公共交通機関を利用したが、確かに発達していることが感じ取れた。地下鉄は数分単位で到着しており、安い運賃でシンガポール国内に張り巡らされている。また、バスやタクシーも多く走っており、国内のどのような場所でも辿り着くことができそうだった。

NTU に到着して驚いたのは、敷地の広さである。200 ha もあり、大学内の移動もバスを利用するほどの広さであることだ。私たちは NEWRI という研究所建物内の R3C という研究室に向かった。研究所に着いて、まず驚いたのはセキュリティの厳重さである。建物内の入り口にはゲートが設置されており、研究所に入る際には入館証がなければ入れない。さらに、各研究室にもロックがかかっており、入館証が必要であった。大学の研究室というより、まさに研究所という場所を訪問したからかもしれないが、安全対策の徹底が印象に残った。研究室では室内見学および RDF のガス化実験を見学した。研究室はとても広く、実験装置は大きいものが多かった。私たちの研究室にもガス化実験に用いる実験装置はあるが、規模が全く違っていた。実験装置のほかにも、分析機器が十分に導入されていること、来客用に白衣が用意されていることから、先進的な研究が行われていることが予想できた。

シンガポールでは基本的に英語でのコミュニケーションを行った。研究室にいる多くの人も留学生であり、実験中も英語で説明を受けた。最初はほとんど聞き取れず、質問されても考えてからでなければ返答もできなかった。しかし、数日間英語に囲まれて生活していると、体感的にはあるが、ある程度は聞き取れるようになり、それに対してすぐ英語で返答できるようになった。だが、わからない単語があるときや、長文で説明されたときなど、理解できないまま話が進んでしまうとそれ以降ついていけなくなってしまう。また、自分が話すときには、短文でなら説明できるが、詳しく説明できない、言いたい単語が出てこないなどがあり非常に歯がゆい思いをし、英語の必要性和英語力不足を痛感した。そのため帰国後、英語力の向上を図った。今回の経験で、英語も聞き慣れれば理解できることを体感したので、英語のプレゼン動画などを継続的に見ている。その成果か、コロキウムの際、アンドレイさんが来日し会話する機会があったが、以前よりスムーズに会話をすることができた。

この実習を通して、近年言われているグローバル化を身近に感じる事ができた。また、社会に出るにあたって、先ほど述べた英語の重要性はもちろん、各国の文化や生活、考え方など様々な視点から相

手を理解し、今後のさらなるグローバル化に対応できるようにしたいと感じるようになった。今までは海外のことなど他人のように考えてしまっていたので、私の人生中で大きな変化につながったと感じている。

Study on gasification treatment of combustible solid waste in Singapore

Graduate School of Environmental and Life Science

48429362 Yuichiro Tokura

1. Introduction

Research on gasification to obtain flammable gas from biomass samples has attracted attention. Gasification is the process of converting organic materials and chemical fuel materials into hydrogen, carbon monoxide and carbon dioxide. These syngas are extremely useful because these can be used for power generation, FT synthesis that produces clean sulfur-free gasoline, fuel cells that are expected to increase in the future.

In Singapore, about 60% of general waste is recycled. However, among the remaining 40%, which can't be recovered by heat are landfilled in Semakau Island. The land area in Singapore is small, so how to reduce landfill waste is an issue, and research on gasification is being conducted as one of the possible solution. Therefore, at Nanyang Technological University, the gasification experiments are conducted using waste generated within the university as a combustible solid fuel.

In this project, we conducted gasification experiment in Singapore using solid waste. We also carried out the gasification experiment at Okayama University with our laboratory experimental equipment using that same sample collected in Singapore.

2. International level

2.1. Visit to Nanyang Technological University

We visited Nanyang Technological University (NTU) in Singapore. We also carried out gasification experiment at Residues & Resource Reclamation Centre (R3C) in the Nanyang Environment & Water Research Institute (NEWRI).

2.2. Experimental method

2.2.1. Sample preparation

The sample was prepared with actual garbage components in NTU. The prepared sample was crushed and pelletized and used for the experiment. Table 1 shows the composition of RDF pellets. Elemental

analysis was also performed for the RDF pellet. These pellets were brought back to Okayama and used for experiments.

Table 1 Composition of RDF pellets

Category	Plastic	Paper	Textile	Wood	Food	Horticultural
wt.% (dry basis)	35.0	23.0	7.7	6.9	16.0	11.4

2.2.2. RDF gasification experiment

Gasification experiment was carried out using a tubular-flow reactor. RDF was continuously introduced at a rate of 6.29 g / min, and at temperature of gasification was 850℃, under atmosphere pressure and water vapor. The syngas was collected in a tedlar bag and analyzed with a gas chromatograph.

2.3. Experimental results

2.3.1. Characterization of RDF

The result of elemental analysis is shown in Table 2. The proportion of carbon in RDF was high since it had paper, wood, food and plastics in RDF.

Table 2 Constituent elements of RDF pellets

C (%)	H (%)	N (%)	S (%)	O (%)	Ash (%) 850℃
56.3	8.41	1.09	0.33	25.4	8.46

2.3.2. Gasification experiment of RDF

The carbon material balance was 96.7%, so most of the carbon in the sample could be gasified. The syngas consisted of hydrogen, carbon monoxide, carbon dioxide and many other hydrocarbons. The composition and amount of production of syngas were shown in Fig. 1. It can be seen that 32.0% was hydrogen and 38.7% was carbon monoxide in the syngas, so useful gases could be recovered from NTU solid waste by gasification.

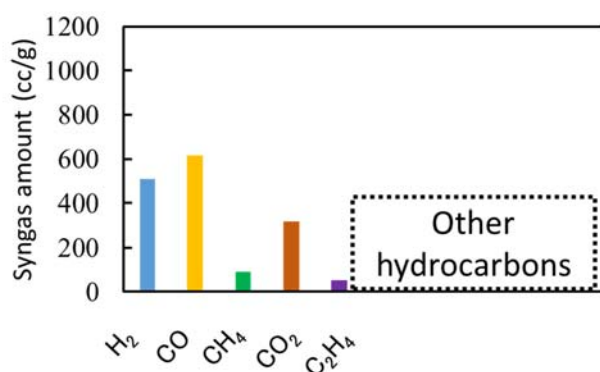


Fig. 1 Production amount of each syngas
(The amounts of other hydrocarbons were very small.)

3. In campus and domestic level

We carried out a gasification experiment of RDF pellets brought back from Singapore in Okayama University using a semi-batch reactor. The effect of the catalyst on the gasification experiment was evaluated.

3.1. Experimental method

3.1.1. Catalyst preparation

The iron oxide- cerium oxide catalyst was prepared by co-precipitation method. First, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ aqueous solutions were added to a 7 wt% NH_3 aqueous solution as a precipitating agent, and the mixture was stirred and decanted until $\text{pH} = 7$. Thereafter, it was filtered, dried at 110°C for 24 h, and calcined at 700°C for 1 h. The composition of the prepared catalyst was 10 mol% Fe_2O_3 and 90 mol% CeO_2 . The average diameter of particle was adjusted to 300-450 nm and used for the experiment.

3.1.2. Characterization of catalyst

The crystalline phase of the catalyst was determined using X-ray diffraction method (XRD). The specific surface area was evaluated by the BET method using an N_2 adsorption apparatus (Gemini 2375, SHIMAZDU).

3.1.3. Characterization of RDF

Thermogravimetric analysis (TGA) was performed to investigate the thermal decomposition characteristics of the RDF pellet. The experiment was carried out under a nitrogen atmosphere (high purity N_2 : 200 cc/min). Before the experiment, the sample was dried under the condition of 110°C , 1 h. After drying, the sample was heated to 850°C at a heating rate of $7^\circ\text{C}/\text{min}$ and the weight loss of the sample was observed.

3.1.4. Gasification experiment of RDF

The gasification experiment was carried out using a semi-batch reaction equipment. RDF and catalyst were filled in the reactor, and N_2 gas including steam was flowed there. The gasification experiment was carried out under a reactor internal temperature of 200 to 850°C , under atmospheric pressure and steam. The syngas was recovered in a tedlar bag and analyzed with a gas chromatograph.

3.2. Experimental results

3.2.1. Characterization of catalyst

The prepared catalyst had a crystal structure as shown in Fig. 2. Since the amount of iron nitrate used was small, only cerium oxide was detected as a peak. The specific surface area was $44.9 \text{ m}^2/\text{g}$.

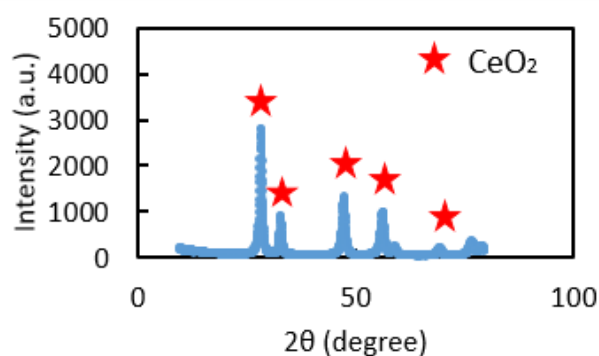


Fig. 2 XRD result of the catalyst

3.2.2. Characterization of RDF

The TGA result of RDF pellets is shown in Fig.3. From the figure, two-stage decomposition was confirmed. This is because the RDF pellet is composed mainly of biomass and plastic. Biomass decomposes in the range of $200\text{--}400^\circ\text{C}$, plastics decompose in the range of $400\text{--}500^\circ\text{C}$.

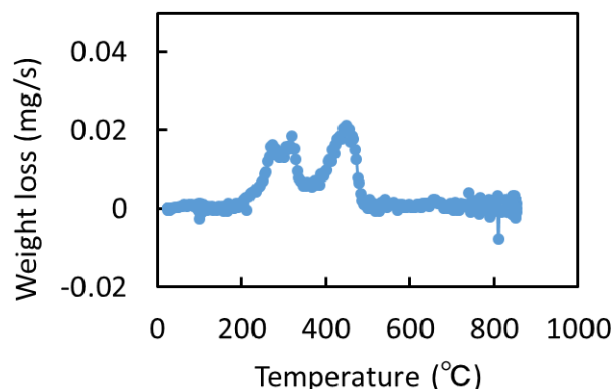


Fig. 3 Weight loss rate at each temperature of RDF

3.2.3. Gasification experiment of RDF

The composition and amount of production of syngas are shown in Fig. 4. By using the catalyst, the amount of hydrogen and carbon dioxide produced increased. On the other hand, that of hydrocarbons decreased. We thought two reactions were promoted (1) biomass and tar decomposition reaction, (2) water gas shift reaction by the catalyst. The reactions are expressed as follows.



The carbon balances were 95% and 82% respectively in the absence and presence of catalyst. Most of the carbon in RDF could be recovered in syngas. The ratio was higher in the absence of the catalyst. It was thought that carbon was precipitated on the catalyst surface

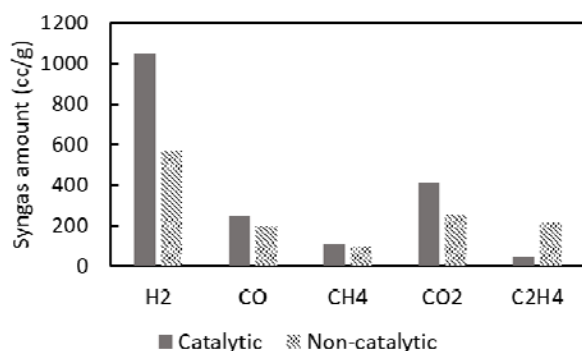


Fig. 4 The amount of each syngas in the presence and absence of catalyst

4. Conclusions

The following results were obtained from RDF gasification experiment at Nanyang Technological University and Okayama University.

- The possibility of reuse of combustible solid waste by gasification was suggested
- Most of the carbon in the RDF was gasified and it was able to obtain as CO, CH₄ and so on
- The selectivity of hydrogen could be increased by using 10Fe-90Ce catalyst

シンガポールにおける可燃性固形廃棄物のガス化処理に関する調査研究

環境生命科学研究科 資源循環学専攻

48429370 藤定 禎将

1. 緒言

今日、世界のエネルギー需要は右肩上がりに伸び続けており、その需要は今後より一層高まると考えられる。こうした認識の下、発電の際に化石燃料を使用しない太陽光発電や風力発電といった再生可能エネルギーによる発電はクリーンで環境に良いとされ、現在世界各国がそれらの普及を急いでいる。また並行して新エネルギー技術の研究・開発も行われている。中でも廃棄物を使用した発電は、その有効活用のみならず最終処分場で埋め立てる廃棄物量の減少につながることから近年盛んに研究が行われている。

廃棄物の有効活用を目指した研究例として、シンガポールでは RDF(Refuse Derived Fuel)と呼ばれる固形廃棄物のガス化に取り組んでいる。ガス化とは、有機系および化石燃料系の炭素材料を水素、一酸化炭素といったガスに変換するプロセスのことであり、国土面積が小さい同国では埋め立てる廃棄物をいかに減らすかが課題とされている。

シンガポールの国立大学の1つである南洋理工大学(Nanyang Technological University, NTU)では、上記の課題解決に向け、最先端の設備の下、日々研究がされている。その一環として同大学では、キャンパス内で発生した廃棄物から RDF ペレットを作成し、ガス化実験を行っている。

現在岡山大学の当研究グループにおいて、バイオマス資源から可燃性ガスを得る研究を行っていることから、本プロジェクトではガス化研究ならびに環境保全に関する取り組みを調査するため NTU を訪問した。さらに NTU から試料を持ち帰り、岡山大学においても同様の実験を行いそれぞれの結果の比較検討を行った。

2. 国際実習

2.1. NTU 訪問

NTU における南洋環境水処理研究所(Nanyang Environmental & Water Research Institute, NEWRI)を訪問し、R3C(Residues and Resource Reclamation Centre)と呼ばれるガス化施設で実験を行った。

2.2. 実験手順

2.2.1. RDF ペレットの調製

NTU キャンパス内で発生した廃棄物を回収し、粉砕・乾燥させた後ペレット状に形成した。その後、特性評価を行った。RDF ペレットの構成は Table 1 に示す。

Table 1 RDF ペレットの構成

Category	Plastic	Paper	Textile	Wood	Food	Horticultural
wt.%(dry basis)	35.0	23.0	7.7	6.9	16.0	11.4

2.2.2. RDF ペレットのガス化(NTU)

ガス化は連続式反応器を用いて行った。反応器に RDF ペレットを 6.29 g/min で連続的に投入し、反応器内温度 850 °C、大気圧、水蒸気下で実験した。ガス化によって得た気体はテドラーバックに回収し、ガスクロマトグラフィーを用いて分析を行った。

2.3. 実験結果

2.3.1. RDF ペレットの評価

元素分析により, RDF ペレット中の各元素の含有率を測定した. その結果多くの炭素が含有していることが確認できた. これは廃棄物中にプラスチック, バイオマスが含まれていることが影響している.

Table 2 RDF ペレットの構成元素

C [%]	H [%]	N [%]	S [%]	O [%]	Ash [%] 850 °C
56.3	8.41	1.09	0.33	25.4	8.46

2.3.2. 熱分解特性評価

熱重量分析(Thermal Gravimetric Analysis, TGA)により, RDF ペレットの熱分解特性を調べた. 110 °C, 1 h の条件で試料を乾燥させた後, 窒素雰囲気下(高純度 N₂: 200 cc/min), 昇温速度 7 °C/min で 800 °C まで昇温させ試料の重量減少を観察した. 結果を Fig.1 に示す. Fig.1 より, 二段階の分解が確認された. これは RDF ペレットが主にバイオマスとプラスチックで構成されていることに由来する. 200-400 °C の範囲でバイオマスが, 400-500 °C の範囲でプラスチックが分解する.

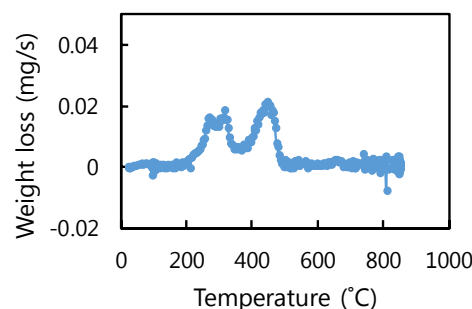


Fig.1 RDF ペレットの各温度における重量減少速度

2.3.3. ガス化実験

ガス化によって得た合成ガスの炭素物質収率は 96.7 % となり, RDF ペレット中のほとんどの炭素が合成ガスに変換された. その組成と生成量を Fig.2 に示す. 合成ガス中の 32.0 % が水素, 38.7 % が一酸化炭素であり, 有用なガスの回収ができたと言える.

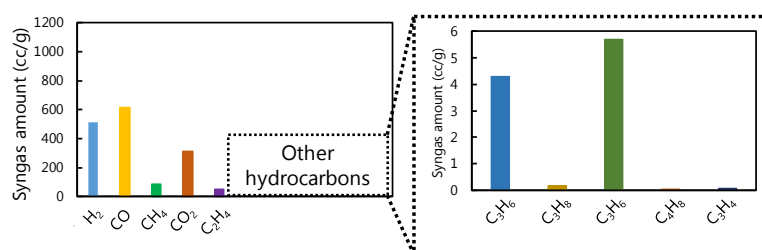


Fig.2 合成ガスの組成と生成量

3. 地域/学内実習

NTU から持ち帰った試料をガス化させ, NTU と岡山大学での実験結果の比較検討を行った.

3.1. 実験手順

3.1.1. RDF ペレットのガス化(岡山大学)

当研究室において, ガス化は半回分式反応器を用いて行った. 反応管に約 0.0160 g の RDF ペレットを充填しガス化した. また本実験では触媒を用いたガス化も行った. 得た気体は 2.2.2. 同様, テドラーバックに回収し, ガスクロマトグラフィーを用いて分析を行った.

3.1.2. 触媒の調製

本実験では水素の生成に効果的とされる 10Fe-90Ce 触媒を使用した. 調製手順は, Fe(NO₃)₃ と Ce(NO₃)₃ を脱イオン水中で混合し, 沈殿物を分離後, 110 °C で 24 h 乾燥させ固体の 10Fe-90Ce 触媒を得た.

10Fe-90Ce 触媒の使用により, 以下の 2 式の反応が促進される.

- Biomass and Tar decomposition reaction: $C_nH_mO_k + (n-k)H_2O \rightarrow nCO + (n-k+0.5m)H_2$
- Water gas shift reaction: $CO + H_2O \rightleftharpoons H_2 + CO_2$

3.2. 実験結果

ガス化によって得た合成ガスの炭素物質収支は無触媒時が95%，触媒使用時が82%と、どちらも RDF ペレット中の多くの炭素が合成ガスに変換された。それぞれの合

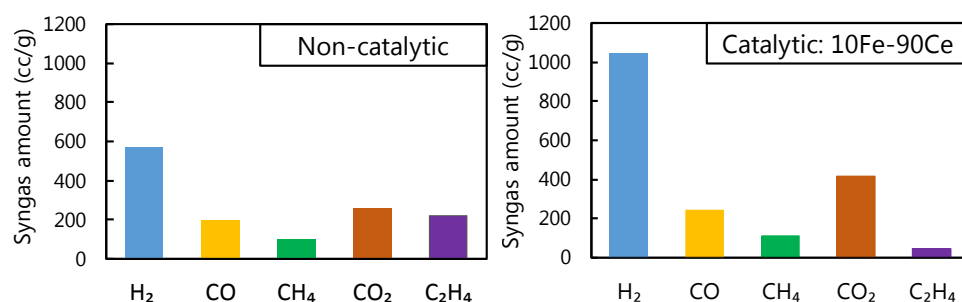


Fig.3 無触媒時と触媒使用時の合成ガスの組成と生成量

成ガスの組成と生成量を Fig.3 に示す。10Fe-90Ce 触媒を用いた系では水素が多く生成されたことから、触媒の使用による水素の選択率向上が窺える。また、触媒の使用による炭素物質収支の減少は水素の生成増加に起因する。

4. 成果(結言)

私自身、研究内容が界面や膜関係のため、ガス化の知識はほとんどありませんでした。そのため訪問前に下調べを行い、基礎の基礎から勉強しました。初めは分からないことばかりでしたが、シンガポールでの実習や大学での実験をこなしていく中で、少しずつ身に付くものがあり理解が深まりました。

実習を通して得た知見はガス化の意義です。一見、廃棄物の焼却により発電ができるのではないかと思います。大量の廃棄物や廃棄物に含まれる水分の除去が必要であったり、プラスチック類の燃焼によってダイオキシンが発生するなど様々な問題点があります。しかし RDF ペレットのガス化は、水分の除去およびダイオキシン等の発生を抑制できるだけでなく、今後燃料としての需要が高まると予想される水素の回収など、多くのメリットがある技術だと感じました。更に触媒を使用した系では、水素の選択性を大きく向上させる結果が得られ、ガス化技術と同時に触媒の必要性も学ぶことができました。

5. 感想

シンガポールへの渡航を振り返ってみて最も大変だと感じたことは、現地の方々とのコミュニケーションです。私自身英語が上手く話せない中で、特に研究や実験の説明等に出てくる専門的な単語は自分自身の予習不足もあり、アズハ先生に通訳して頂きました。そうした環境で初日は戸惑いや心配な部分が多々ありましたが、自ら積極的に話しかけることで現地の方々もわかりやすく聞き返してくれたり、ゆっくり話してくれ、少しずつ会話が広がっていきました。そうした中で、単語だけでも自身の気持ちをしっかり伝えることが大切だということを学びました。NEWRI にいた皆さんが私たちの訪問を歓迎してくださり、そして温かく接してくださったので訪問前に感じていた緊張もすぐにほぐれ、終始楽しい時間を過ごすことができました。

また夜にはシンガポールの街を散策しました(Fig.4)。シンガポール川付近を歩きましたが、日本と大きくは変わらない街の雰囲気、日本との大きなギャップは感じませんでした。国全体が観光地になっている印象があり、建物も道路も整備されているところが多くきれいな国でした。特にマーライオン公園は、マーライオンだけでなく、マリーナベイサンズのライトアップを見るためたくさんの観光客でにぎわっていました。私たちもライトアップには圧倒され、言葉を失い、見とれてしまいました。また付近は飲食店も多く、「山水」と書かれた和食店にたくさんのお客さんがいるのを見たときは少し嬉しかったです。文化の面では、ほとんどの飲食店の出入り口が開けているところに日本との違いを感じました。日本

は外側から見えない飲食店が多いのに対し、シンガポールは一年中暖かい気候というのがありますが、外から誰に見られようと平気、という大胆さがあるなと思いました。

本実習を通して、自身の研究とは異なった研究を学ぶことができたことや、海外で何かに取り組むという経験は非常に良かったと感じています。元々海外で働いてみたいと思っていましたが、その思いがより強くなりました。この貴重な体験をこれからの人生に生かしていきたいです。



Fig.4 夜のシンガポールの街

Study on gasification treatment of combustible solid waste in Singapore

Graduate School of Environmental and Life Science

48429370 Yoshimasa FUJISADA

1. Introduction

Today, the world's energy demand continues to grow steadily, it will be further increased in the future. Under these circumstances, power generation using renewable energy such as solar power generation and wind power generation that does not use fossil fuels when generating electricity is considered clean and environmentally friendly, and various countries around the world are working on spreading them. In parallel, there is also research and development of new energy technology. Especially research on power generation using waste has been conducted recently because it not only makes effective use but also leads to a reduction in the amount of waste landfilled at the final disposal site.

As a research example for effective utilization of waste, Singapore is working on gasification of solid waste called RDF (Refuse Derived Fuel). Also, gasification is a thermochemical process that converts organic- or fossil fuel-based carbonaceous materials into carbon monoxide, hydrogen and carbon dioxide. In Singapore where land area is very small, how to reduce landfill waste is an issue.

Nanyang Technological University (NTU), one of the national universities in Singapore, has been studied in advanced equipment to solve the problems above-mentioned. As part of that, RDF pellets are made from waste generated in campus and gasification experiments are carried out at the university.

Currently, our laboratory is studying to obtain combustible gases from biomass resources, so this project visited NTU to investigate gasification research and efforts on environmental preservation. Furthermore, we brought samples from NTU and performed similar experiments at Okayama University to compare and examine the results.

2. International practice

2.1. Visit NTU

We visited Nanyang Environmental & Water Research Institute (NEWRI) in NTU and performed an experiment at a gasification facility called R3C (Residues and Resource Reclamation Centre).

2.2. Experiments

2.2.1. Preparation of RDF pellets

Waste generated from NTU campus was collected, it formed into pellets after crushed and dried. Then, the characteristics were evaluated. The composition of RDF pellets is shown in Table 1.

Table 1 The composition of RDF pellets

Category	Plastic	Paper	Textile	Wood	Food	Horticultural
wt.% (dry basis)	35.0	23.0	7.7	6.9	16.0	11.4

2.2.2. Gasification of RDF pellets (at NTU)

Gasification was carried out using a continuous reactor. RDF pellets were continuously added to the reactor at 6.29 g/min, and the reactor temperature was 850 °C, and experiments were performed under atmospheric pressure and water vapor. The obtained gas was recovered in tedlar bag and analyzed by gas chromatography.

2.3. Results

2.3.1. Evaluation of RDF pellets

The content of each element in the RDF pellets was measured by elemental analysis. As a result, it was confirmed that much carbon was contained. This is influenced by containing plastic and biomass in the waste.

Table 2 The elemental component of the RDF pellet

C [%]	H [%]	N [%]	S [%]	O [%]	Ash [%] 850 °C
56.3	8.41	1.09	0.33	25.4	8.46

2.3.2. Pyrolysis character

Pyrolysis character of RDF pellets were examined by Thermal Gravimetric Analysis (TGA). After drying the sample under the conditions of 110 °C and 1 h, the temperature was raised to 800 °C at a heating rate of 7 °C/min under a nitrogen atmosphere (High purity N₂: 200 cc/min), and the weight loss of the sample was observed. Results are shown in Fig.1. From Fig.1, two-stage decomposition was confirmed. This result is derived from RDF pellets mainly composed of biomass and plastics. The biomass decomposed in the range of 200-400 °C and plastics did in the range of 400-500 °C.

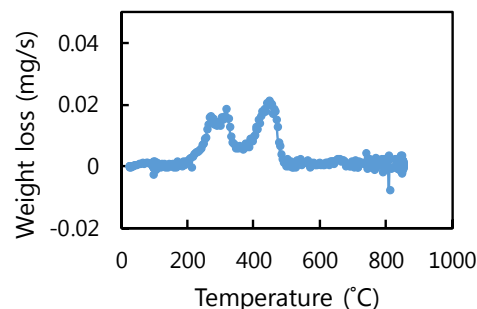


Fig.1 Weight reduction rate of RDF pellet at each temperature

2.3.3. Gasification experiment

The carbon material balance of the syngas obtained by gasification was 96.7%, so most of the carbon in the RDF pellet was converted to syngas. The composition and production mass are shown in Fig.2. 32.0% of the syngas was hydrogen, 38.7% of it was carbon monoxide, and valuable gas could be recovered.

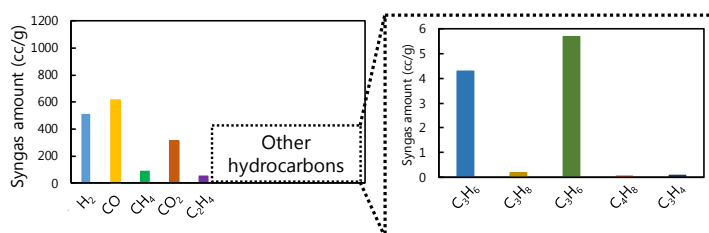


Fig.2 Composition and production mass of syngas

3. Region/Campus practice

We brought samples from NTU, performed gasification experiments at Okayama University, and then compared experimental results.

3.1. Experiments

3.1.1. Gasification of RDF pellets (at Okayama University)

About 0.0160 g of RDF pellets were charged in semi-batch reactor and gasified. Gasification experiment was also performed with a catalyst. The obtained gas was analyzed in the same way as 2.2.2.

3.1.2. Preparation of Catalyst

In this experiment, we used 10Fe-90Ce catalyst which is effective for hydrogen production. The preparation catalyst procedure was as follows: Fe(NO₃)₃ and Ce(NO₃)₃ were mixed in deionized water. And the precipitation was separated, dried at 110 °C for 24 h. A solid catalyst was obtained, which proceeds in the following two reactions.

- Biomass and Tar decomposition reaction: $C_nH_mO_k + (n-k)H_2O \rightarrow nCO + (n-k+0.5m)H_2$
- Water gas shift reaction: $CO + H_2O \rightleftharpoons H_2 + CO_2$

3.2. Results

The carbon material balance of the syngas obtained was 95% in the non-catalytic system and 82% in the catalytic system, both of which converted a large amount of carbon in the RDF pellets into syngas. Fig.3 shows the composition and production

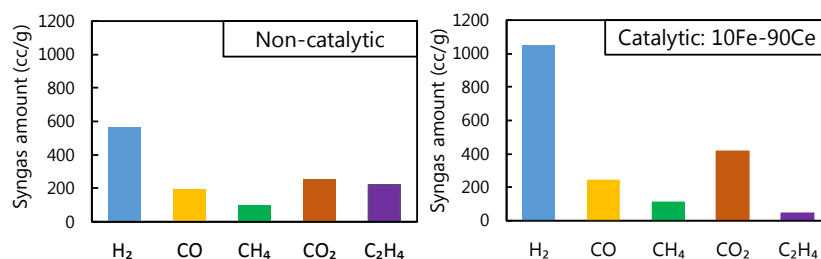


Fig.3 Composition and amount of production syngas

of each syngas. In 10Fe-90Ce catalytic system since a large amount of hydrogen was generated, the selectivity of hydrogen by using the catalyst was improved. In addition, it is considered that the decrease in the carbon material balance because of the production of a lot of hydrogen with a catalyst.

4. Conclusions

- The possibility of reusing combustible solid waste by gasification was suggested.
- Most of the carbon in RDF could be gasified, and syngas such as hydrogen and carbon monoxide could be obtained.
- The selectivity of hydrogen was improved by using a catalyst for gasification.

グローバル化するアジアの農業と食品企業

岡山大学大学院環境生命科学研究科
准教授 駄田井 久

参加メンバー：王 偉安・藤本 一志

1. 概要

近年、アジア諸国の農業・農村を取り巻く環境は、グローバル化が進行している。本プロジェクトでは、1) 日本から海外に輸出される農産物の現状と課題の整理、2) 中国の日本向け輸出食品企業の実態把握、の2点を行い、グローバル化するアジアの農業と食品企業の現状を知ることが目的とした。具体的な調査内容は以下の通りである。

1) 日本から海外に輸出される農産物の現状と課題の整理

アジアの食市場規模は、2009年の82兆円から、2020年には229兆円へと約3倍増と予測されている。その様な中、日本国内で生産されている農産物（特に果樹・牛肉等）に対する需要が高まっている。本プロジェクトでは岡山県で生産されているピオーネ・シャシマスカットを対象として海外輸出の現状等に関して調査を行った。

2) 中国の日本向け輸出食品企業の実態把握

日本の食料自給率は、約40%と低い水準にあり、日々の食料の大半を海外からの輸入に依存している。中国においても、日本向け食品の輸出が拡大しており、中国からの輸出食品の約20%が日本向けとなっている。しかし、残留農薬、違法添加使用等による食の安全性を脅かす事件・事故が多発している。本プロジェクトでは、日本向けの食品生産している食品企業を対象に、食の安心・安全に向けた取り組み状況に関して調査を行った。

2. 学内実習【データ解析能力・基礎知識の習得】

(1) データ分析に必要となる統計分析処理実習

収集したデータの分析に必要となる統計処理ソフトの使い方を習得（2017.7～8）

(2) 日本の農産物輸入の現状に関する知識獲得

農林水産省職員による「平成28年度食料・農業・農村白書の概要」に関する説明会に出席（2017.7.28）

3. 地域実習【大阪市場におけるピオーネ・シャシマスカット輸出の現状調査】

(1) 全農岡山の出荷データを用いた、輸出需要が価格形成へ与える影響の統計的分析（2017.9～8）

(2) 大阪中央卸売市場でのヒアリング調査（2017.12.25）

大阪市場でピオーネ・シャインマスカットの輸出に携わっている、業者（荷受け業者1社・仲卸業者2社・輸出業者1社）と全農岡山大阪事務所の担当者にヒアリング調査を実施。

3. 国際実習【中国食品輸出企業の食の安心・安全に対する取り組みに関する調査】

調査概要（2017.9.10~16）

9.11	岡山~関西国際空港~中国・山東省・煙台 移動	
9.12	山東省・煙台市・福山区 サ克蘭ボ農園 インタビュー調査 (日本への輸出を行っていないために、本プロジェクトの報告では触れなかった。)	
9.13	山東省・煙台市 T 食品有限会社 インタビュー調査	
9.14	山東省・煙台市 F 食品株式会社 インタビュー調査	
9.15	山東省・招遠市 リンゴ農園 インタビュー調査 (日本への輸出を行っていないために、本プロジェクトの報告では触れなかった。)	
9.16	中国・山東省・煙台~関西国際空港~岡山 移動	

プロジェクト実習 I (学内)

「日本の農産物輸出額の変化」

1. プロジェクトの概要

日時：2017 年 7 月 28 日 (金)

場所：岡山大学農学部 I 号館

内容：農水省職員による「平成 28 年度食料・農業・農村白書の概要」に関する説明

2. はじめに

近年、我が国では高齢化の進行や人口減少の本格化により、食市場の縮小が起こっている。一方で、世界の食市場は人口増大や経済成長等に伴い、今後も拡大が続くと見込まれている。このような中で、我が国の農業の持続的発展と農村振興を実現していくには、農業の競争力強化を図り、国内外の需要を取り込んでいくことが必要と考えられる。日本政府は農業者の所得向上を図るため、農地の集積・集約化、6 次産業化等の農業者が行う取り組みに対する支援を行ってきた。今後はこのような政策に加え、農業者が自由に経営展開できる環境を整備するとともに、農業者の努力では解決できない構造的な問題を解決していくこ

とが必要であると考えられる。そこで、日本政府は新たな農政の改革方向を盛り込んだ「農業競争力強化プログラム」を平成 28 年 11 月 29 日に取りまとめ、「農林水産業・地域の活力創造プラン」の中に位置づけた。その具体的な内容は、図 1 に示した通りである。冒頭部分で述べた「国内外の需要を取り込む」ためには、農産物の輸出体制の整備が必要である。日本国内の市場だけでなく、海外市場へ輸出できる体制が整えば、農業者の所得向上に貢献し、担い手不足解消の 1 つの足掛かりになると考えられる。よって学内プロジェクトにおいては、プログラムの中の「戦略的輸出体制の整備」に着目し、日本の農産物の輸出状況についての現状を整理することを目的とする。

1. 生産資材価格の引き下げ
2. 農産物の流通・加工の構造改革
3. 人材力の強化
4. 戦略的輸出体制の整備
5. 原料原産地表示の導入
6. チェックオフの導入
7. 収入保険制度の導入
8. 土地改良制度の見直し
9. 農村の就業構造の改善
10. 飼料用米の推進
11. 肉用牛・酪農の生産基盤強化
12. 配合飼料価格安定制度の安定運営
13. 生乳の改革

図 1 プログラムに盛り込まれた改革の内容

3. 日本の農産物輸出

図 2 に我が国の農林水産物輸出額の推移について示した。ここ 5 年間で、農林水産物の輸出額は増加傾向であり、農産物についても同様に増加傾向である。海外での日本食・日本文化の広がりや、日本産の食品の高い品質が、このような輸出額の増加に繋がったと考えられる。

次に表 1 に主な輸出先と輸出金額について示した。全体的にアジア向けの輸出が多くなっており、輸出額の約 4 分の 1 を香港が占めている。香港は輸入規制が少なく無関税であるという輸出のハードルが低いため、多くの農林水産物を輸出できている状況である。

以上のように日本の農林水産物輸出は好調である。そのため日本政府は、当初は目標である輸出額 1 兆円超を 2020 年としていたが、平成 28 年に目標を 1 年前倒しし、2019 年に輸出額 1 兆円超とした。

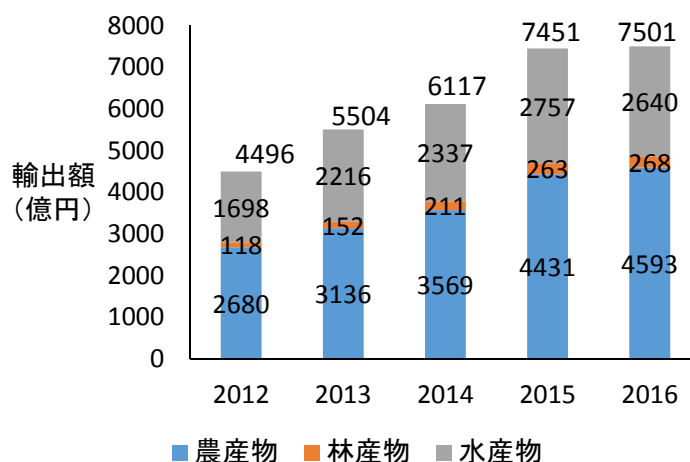


図 2 我が国の農林水産物輸出額の推移

表 1 主な輸出先と輸出金額

輸出先	輸出金額 (億円)
香港	1,853 (24.7%)
アメリカ	1,045 (13.9%)
台湾	931 (12.4%)
中国	899 (12.0%)
韓国	512 (6.8%)

4. 日本のブドウ輸出

次に、農産物の中でも岡山県の特産品であるブドウに注目して、その輸出額の推移を図 3 に示した。ブドウの輸出額は、2012 年以降急激に増加しており、2012~2016 年の 5 年間で約 6 倍に増加している。国別の内訳では、2016 年は香港が 60%、台湾が 35%となっている。

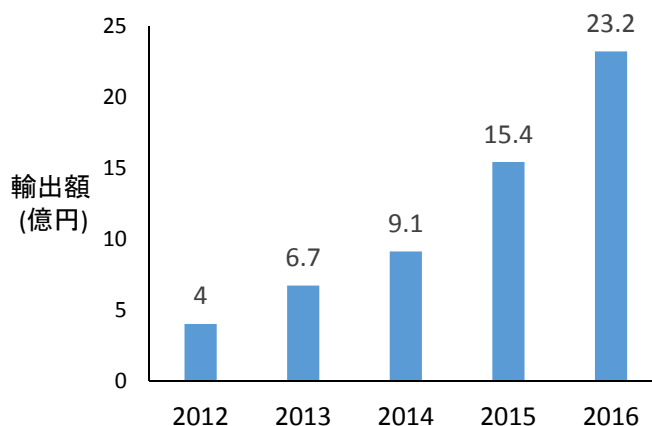


図 3 日本のブドウ輸出額の推移

5. 今後の輸出強化に向けた政策

日本政府は、輸出額 1 兆円目標の達成に向け、平成 28 年 5 月に「農林水産業の輸出強化戦略」を策定した。この戦略の中で、民間の意欲的な取り組みを支援する 7 つのアクションとして、以下の 7 つを定めた。

- 情報の一元的提供
- 日本産の品質の良さを世界に伝える
- 他国に負けないための戦略的販売を進める
- 農林漁業者自身が海外において販売拠点を設ける取り組みをサポート
- 既存の規制を見直し、国内の卸売市場を輸出拠点へ
- 諸外国の規制の緩和・撤廃のため、省庁横断でチームを作り、戦略的に対処
- 国内の輸出関連手続きを改革

そして、これらを着実にかつ強力に実行していくため、平成 28 年 11 月に「農林水産物輸出インフラ整備プログラム」を策定した。このプログラムは、生産・加工・集荷拠点や物流拠点といったハード面のインフラ整備と、事業者へのサポート体制や手続きの整備・改善といったソフト面のインフラ整備を進めていくことを目的としている。

この他に、2020 年の東京オリンピック・パラリンピックを訪日外国人に日本の食材や食文化の魅力を発信する絶好の機会と捉え、GAP（Good Agricultural Practice：農業生産工程管理）の取り組みを促進している。GAP とは、食品安全、環境保全、労働安全等の持続可能性を確保するための生産工程管理の取り組みのことである。これを我が国の多くの農業者や産地が取り入れることにより、結果として持続可能性の確保、競争力の強化、品質の向上、農業経営の改善や効率化に資するとともに、消費者や実需者の信頼の確保が期待される。政府は、国際水準の GAP の認証取得を支援したり、認証取得に向けたステップアップを目指す GAP チャレンジシステムの策定の支援等を行ったりして、農業者に GAP の認証取得を促進している。そして、日本産の農産物に対する世界からの信頼を確立させ、さらなる輸出拡大に繋げようとしている。

6. まとめ

我が国の農産物の輸出は増加傾向にあり、政府は今後更なる輸出の拡大を図るための政策を進めていることが、今回のプロジェクトより分かった。輸出先は、香港や台湾といった近隣諸国が多かった。特にブドウの輸出では、香港と台湾が輸出額の 95% を占めており、近年著しく増加していた。今後更に輸出が拡大し、それが農業者の所得向上に結び付けば、農業の大きな問題である「担い手不足」の解消に繋がるのではないだろうか。

プロジェクト実習Ⅱ（国際）

「中国の食品輸出企業の食の安心・安全への 取り組みの現状と課題」

1. プロジェクトの概要

日時：2017年9月11日～2017年9月16日

場所：中華人民共和国山東省烟台市

内容：食品輸出企業へのヒアリング調査

2. はじめに

国際プロジェクトでは、日本向けに食品を輸出している企業について調査を行った。調査対象は、中国の食品輸出企業とした。現在、中国は著しい経済成長をしており食生活の高度化と食料消費の多様化が急速に進んでいる。日本向けの食品の輸出も拡大傾向にあり、今後も更に増えると予想される。その一方で、食品生産現場において、競争激化により効率性等を高めるために違法添加物の使用、賞味期限切れの食品の使用といった食品汚染問題が多発している。2002年に輸出食品生産企業の管理強化のための規則が定められ、輸出入検査を行う国家品質監督検査検疫総局（CIQ）が整備された。しかし、食品汚染は依然として問題となっている。多くの食品汚染は、企業モラルの欠如が原因とされている。企業モラルを維持し、食の安心・安全を確保するために政府の指導、消費者の監視、食品企業自身の安心・安全に対する意識の3要素が機能することが重要であると考えられる。

そこで本プロジェクトでは、中国の食品輸出企業を対象都市、企業の食の安心・安全への取り組みの実態の把握、政府・消費者など各ステークホルダーと企業の関係整理を行い、中国の食品輸出企業の食の安心・安全への取り組みの現状と課題について整理する。

3. 食品輸出企業の概要

調査では、①企業の安心・安全の取り組み実態に関する項目は、1) 原材料の調達時における取り組み、2) 自社工場内における加工時の取り組み、3) 商品の出荷時における取り組みを設定し、②政府・消費者など各ステークホルダーと企業に関する項目は、1) 原材料・製品の流れ、2) 食の安心・安全、企業組織に関わる取り組み、3) AHP法を用いて、食の安全性に関する経営者の意識について尋ねた。

表1に調査対象である企業の概要について示す。A社は1992年に中国山東省烟台市に

設立された股份公司であり、所在地の煙台市は有名な大粒落花生の産地として周知されている。A社は主に殻付き落花生、味付け落花生、バターピーナッツ、生落花生（剥身）、落花生スライス、落花生刻み、落花生粉などの落花生加工品を生産している。生産量は年間15,000トンであり、2016年度の売り上げは1.2億元－1.5億元であった。2017年度の売り上げは、調査の時点には既に1.5億元に達した。製品の9割はPB商品として日本へ輸出されており、1割は国内のパン屋等に販売する。

表 1 調査対象企業の概要

	A社	B社
所在地	山東省煙台市	山東省煙台市
会社携帯	股份公司	有限公司
主な製品	落花生加工品	落花生加工品
生産量	15,000t/年	20,000t/年
輸出先	日本	日本

2017年度の売り上げは、調査の時点には既に1.5億元に達した。製品の9割はPB商品として日本へ輸出されており、1割は国内のパン屋等に販売する。

A社は45haの落花生の生産地を持ち、栽培・収穫・買付・運送・加工・保管等の各段階がトレーサビリティできる。衛生管理としては、A社は日本、米国からガスクロマトグラフ、アフラトキシン検査機などを購入し、ISO/IEC17025基準を基に現代化の品質管理室を作り、全ロットの商品に対して厳しく検査を実施している。また、より安全な製品を顧客に提供するために、2000年にISO9001－2000国際質量認証を取得した。現在、ISO9001－2008国際質量認証とHACCP・Halal認定なども取得した。A社は「最高の品質・最高のサービスを実現する」という経営理念、「一致団結・素朴と勤労・信頼と誠実・謙虚慎重・チャレンジ精神・協力合い・勝ち取り」という会社理念と、「品質第一・信用第一・安心・安全な美味しい落花生を作る」という品質方針に従い、経営している。

正社員は120人であり、農地は所有していない。10月－1月の農閑期に近隣の300人程度を臨時雇いする。そのうち、200人は農地がある。製品の品質をさらなる向上させるため、A社は長年に渡る落花生加工に関する最先端の生産技術を利用する。全社員数の20.5%の管理・研究職社員は頻繁に海外へ技術の研修を行う。

B社は1998年に中国山東省煙台市に設立された有限公司であり、主に生落花生（剥身）・殻付き落花生・いなりそら豆・脱脂ピーナッツ・ココア味ピーナッツ・のりピーナッツを生産している。従業員は約300人、年間生産量は20,000トン程度である。製品は主に日本・韓国・ヨーロッパ等の外国へ輸出している。

B社と契約している1次加工工場は330haの有機栽培生産地と8,000haの指定生産地がある。2008年にQS-9000の第三者による認定・日本有機JAS認定・中国有機認定等を取得した。B社は「人を大切にする・誠実と開拓・仕事は責任である」という経営理念に従い、2015年に中国政府に提唱された「三同商品」、すなわち、「同じ生産ライン・同じ品質・同じ製品」により生産している

原材料の調達に関しては、A社は高品質の落花生を購入するために、村単位で契約している農家から直接的に調達している。落花生の種子、肥料および農薬等の生産資材は

会社が一括購入し、農家に卸している。農家が契約を守らない場合、翌年度以降の契約更新を行わない。入庫する前に、残留農薬とアフラトキシンの検査を行っている。B社は農家と契約せず、1次加工工場を通じて、原材料を調達している。また、B社は1次加工工場に生産マニュアルを配って、1次加工工場が生産マニュアルにより、農家への生産指導を行っている。原材料を入庫する前に、1次加工工場で残留農薬の1回目検査を行い、入庫する前に残留農薬をもう一度検査する。一方、1次加工工場に対する管理は、B社から2名の生産指導員を加工場へ派遣して、原材料生産の状況を確認する。

自社工場内における加工時の取り組みは、加工する前に、2社とも残留農薬を検査する以外、A社では化学物質の検査も実施する。その他、作業を始める前に、2社とも従業員の健康チェック、主に体温を測定と手洗いを実施する。また、従業員の健康診断は会社の所在地の健康センターあるいは防疫局に年2回受診される。

対象企業における商品出荷時の取り組み内容に関して、出荷先は輸出向けの製品が2社とも商社を通じて、製品の輸出・輸送を行う。取り組み内容に関して、A社は色味、硬さ・水分量、B社は色、包装である。自社検査の以外は、輸送する前に、2社とも外部検査（政府系CIQ検査）を行っている。A社は2013年－2015年まで政府系CIQ検査で異常が見からなかったため、現在は外部検査を実施していない。

2社とステークホルダー間関係に関しては、A社において、原材料の生産は村単位で農家と契約している。原材料を入庫する前に、残留農薬とアフラトキシンの検査を実施する。また、加工する前に、残留農薬の2回目検査と化学物質の検査を行う。製品を出荷する前に、製品の色、味、硬さ、水分量等を検査する。A社の責任は原材料の入庫から製品をバンニングしたまでである。その後、商社に引き渡して、商社は日本までに輸送中の責任を引き受ける。

A社では、原材料の高品質を確保するために、A社は村単位で契約している農家から原材料を購入している。村は70村があり、村ごと200戸－300戸の農家がある。落花生の種子、肥料、農薬等の生産資材はすべて会社が一括購入し、農家に卸している。生産資材を一括購入して、単価を下げることで、農家は生産コストの削減等のメリットがあると考えられる。また、会社側として毒性が強い農薬の使用等を防止することができる。農閑期には近隣の農家から300人程度の雇用を行う。賃金は毎月2,500元であり、農村部ではかなり良い給料である。地域に対して、雇用創出の機能を持つといえる。

製品の外部検査体制は、2013年－2015年まで政府系CIQと民間検査にそれぞれ50%ずつ実施していた。この期間で政府機関の検査は異常が見つけなかったために、現在は外部検査を実施しなかった。現在の検査体制は自社検査にかつて外部検査で行っていた検査項目を組み込んで実施している。

日常の生産は日本の食品メーカーから人材を派遣し、原材料の安全管理、生産状況を確認する。

B 社では、原材料は契約している原材料 1 次加工工場から購入している。原材料 1 次加工工場は農家と契約し、農家から原材料を購入する前に、ダミノジッド、ベンゼンヘキサクロリド、アセトクロールを検査する。B 社は入庫する前に、同じ項目の検査を実施する。出荷する前に、製品の包装、色をチェックする。この後、製品輸送中の責任は商社である。

B 社は農家への生産指導は 1 次加工工場を通じて生産マニュアルを配っている。年ごと契約している農家は生産マニュアルを基に、原材料を生産している。加工する時に、B 社は従業員を 1 次加工工場へ派遣して確認作業を実施する。

B 社の従業員はほぼ全員が正社員である。9 割は農家、1 割は非農家である。正社員は男性が 60 歳、女性が 55 歳に定年退職になる。その中で、9 割は定年まで勤めて、1 割は途中でやめる。臨時雇いは 10 月 - 翌年 4 月に 20 人 - 30 人を他省から雇用され、毎日 9 時間の農作業を行い、給料は毎月 4000 元 - 5000 元程度である。

製品の外部検査体制は、政府系 CIQ により実施していた後、海外へ輸出する。

日常の生産は日本の食品メーカーから人材を派遣して、原材料の安全管理、生産状況を確認する。

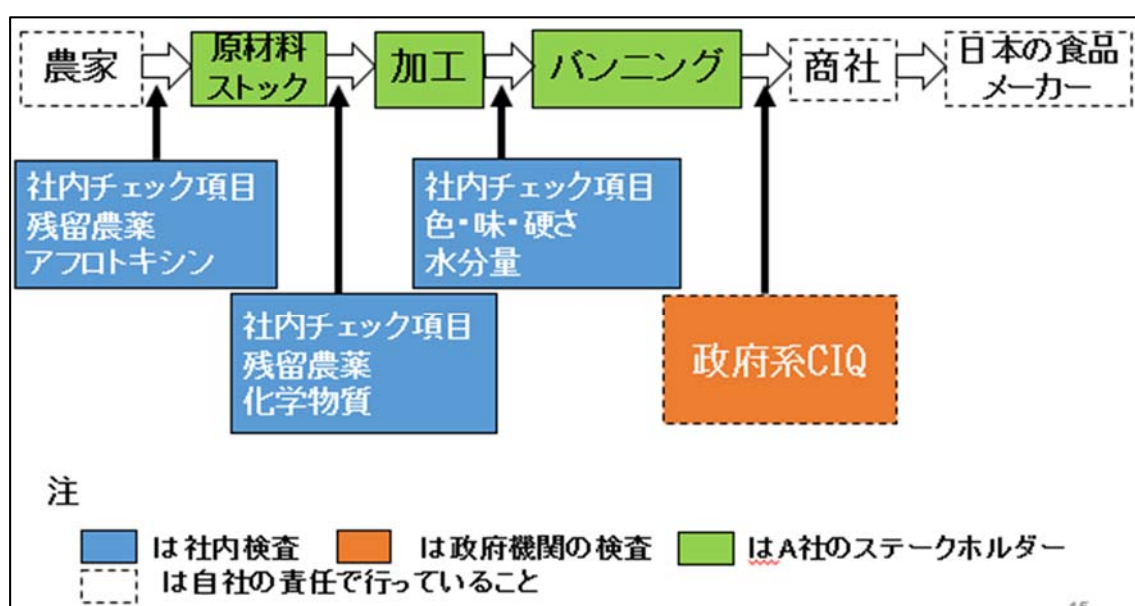


図 1 A 社のステークホルダー

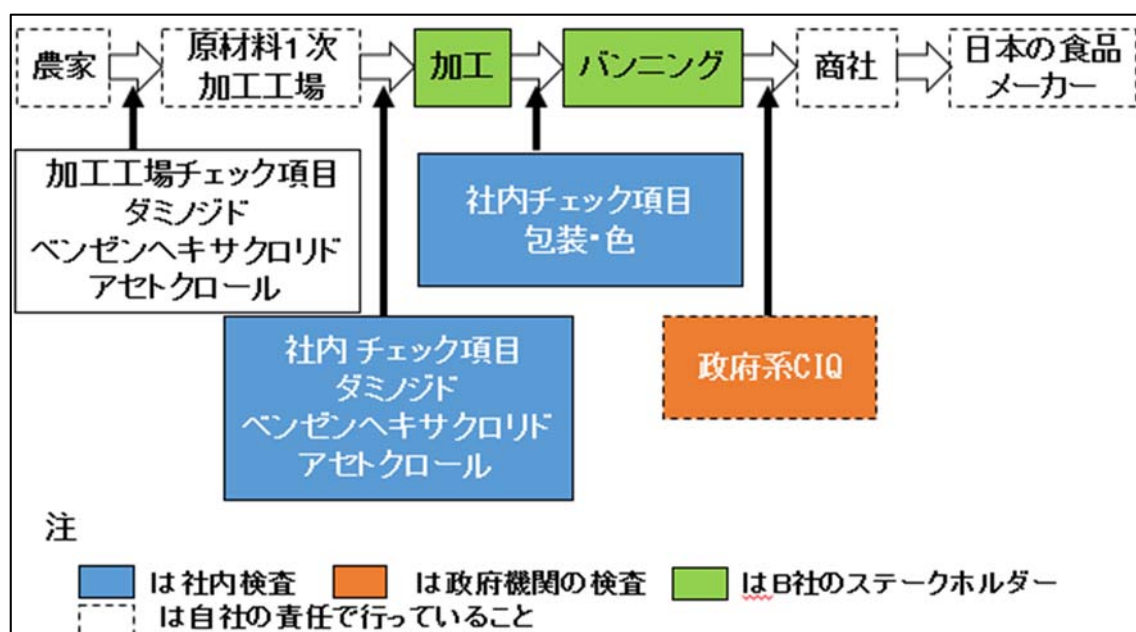


図 2 B社のステークホルダー

4. ヒアリング調査の結果

まず、中国輸出企業の食の安心・安全への取り組み実態の共通点（表 2）に関しては、第 1 に、原材料面から食の安全性を担保するために、農薬、肥料等の使用を日常的に監督できる指定生産者から調達し、入庫の前に、残留農薬の検査を行っていた。第 2 に、加工時には、従業員の健康チェック、日本の食品メーカーからの人材派遣による日常検査を行っていた。第 3 に、出荷時には、自社検査と政府系 CIQ 検査を行っていた。

表 2 取り組み実態の共通点

原材料の調達時	残留農薬
加工時	従業員の健康チェック 日本の食品メーカーからの人材派遣
出荷時	商社が輸送・輸出を行う

次に、2 社の取り組みの相違点について表 3 に示す。原材料の調達先に関して、A 社は年ごと契約している農家から調達する。B 社は原材料 1 次加工工場から調達している加工時の取り組みに関して、A 社は化学物質の検査を実施する。B 社は日本の食品メーカーから人材を派遣して、日常監視を行っている。C 社は残留農薬の検査を実施する。出荷時の取り組みに関して、A 社はアフラトキシンの自社検査も行い、B 社はアフラトキシンの政府系 CIQ 検査を実施している。

表 3 取り組みの相違点

	A 社	B 社
原料の調達先	契約農家	1次加工工場
加工時	化学物質	日本の食品メーカーの人材派遣
出荷時	アフラトキシンの自社検査	アフラトキシンの政府系CIQ検査

2社のモラルを維持し、食の安心・安全を確保するためには、政府の指導、消費者の監視、企業の自身の安心・安全に対する意識、の3要素が機能しているかどうかについて、表4を示す。政府の指導に関して、2社とも製品を出荷する前に、政府系CIQ検査を実施している。特に、A社は2013年－2015年3年間に政府系CIQ検査の異常が見つけなかったために、現在は政府系CIQ検査を実施しなく、検査体制は自社検査にかつての外部検査で行っていた項目を組み込んで実施している。これにより、政府の指導が機能していることが分かった。

消費者の監視に関して、2社とも企業間での商取引であるため、中国の食品輸出企業において、消費者の監視が機能していないといえる。

表 4 食の安心・安全確保のために3要素は機能しているか

3要素	
政府の指導	○
消費者の監視	×
企業自身の安心・安全に対する意識	○

※ ○：機能している、 ×：機能していない

次に、経営者の経営目標の重要度(図3)については、AHP法を用いた分析の結果、経営者の経営目標（食の安心・安全、利益、社会貢献）の重要度では、A、B社では食の安心・安全（A社は0.48、B社は0.47）が最も重視された。

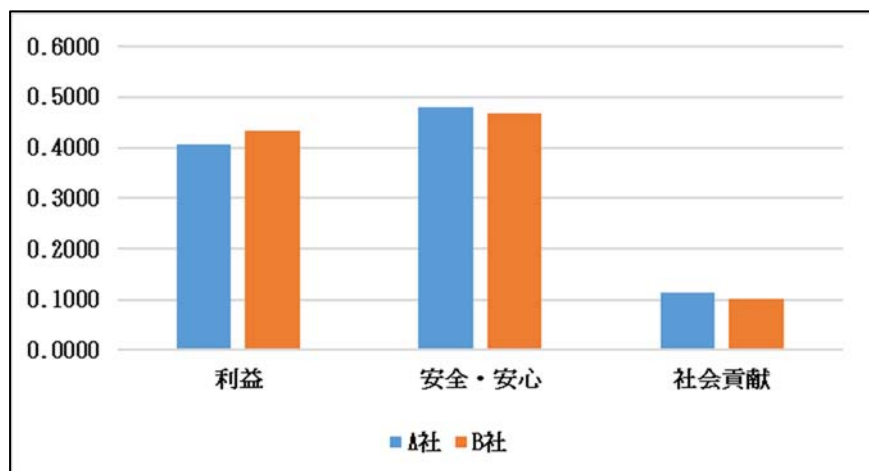


図 3 経営者の経営目標の重要度

各ステークホルダー（消費者、株主、政府）と企業の関係の重要度では、股份有限公司の A 社は消費者（0.48）との関係を重視し、有限公司の B 社（0.48）は株主との関係を重視していた。

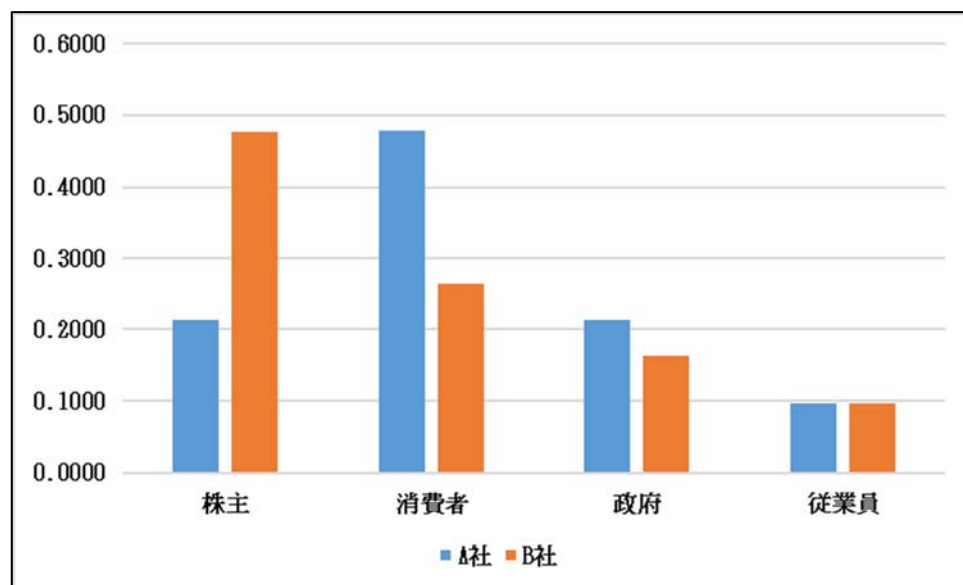


図 4 各ステークホルダーと企業の関係の重要度

5. 考察

中国食品輸出企業は、食品に対する度重なるチェックや従業員の健康管理、衛生管理など厳しい体制が敷かれており、食の安心・安全に対する意識は高いと言えるだろう。これらの取り組みが、今後の食の安全性の担保に対して役立つと考えられる。

しかし、これは輸出向けの食品企業を対象として得られた知見である。輸出企業においての原材料の調達時に残留農薬の検査、加工時に従業員の健康チェック等の取り組みがどのように国内向けの食品企業に普及されることが課題となった。また、本プロジェクトでは、企業間ステークホルダーとしての農家、取引企業、商社、政府、従業員と中国輸出食品企業の関係が明らかにしたが、2 社とも企業間での商取引であるため、消費者と中国輸出食品企業の関係について明らかにしなかった。今後消費者と中国輸出食品企業の関係について明らかにする必要がある。

AHP 手法を用いた分析では、社会貢献は食品輸出企業には重視されていないという結果であった。しかし、ヒアリング調査では、食の安心・安全を追求することが企業の利益に繋がり、さらには社会貢献にもつながるという経営方針であることが明らかになっているため、AHP 法の結果から、食品輸出企業にとって社会貢献の重要度が低いとは一概には言えない。



写真 1 調査の様子

プロジェクト実習Ⅱ（国内）

「岡山県産ブドウ（ピオーネ・シャインマスカット）の 輸出の現状と課題」

1. プロジェクトの概要

日時：2017年12月25日

場所：大阪市中心卸売市場

内容：輸出が価格形成に与える影響の分析

大阪市場でのヒアリング調査（調査対象：株式会社辻井商会、
大果大阪青果株式会社、明弘貿易有限会社、株式会社ニシムラ、
全農岡山大阪事務所）

2. はじめに

プロジェクト実習Ⅰ（学内）では、日本の輸出の現状について整理した。その中で、岡山県の特産品であるブドウの輸出額が、近年急速に伸びていることが明らかとなった。そこで、プロジェクト実習Ⅱ（国内）では、日本の農産物の輸出の現状をより詳しく学ぶために、ブドウという具体的な農産物を取り上げ、その輸出の現状と課題について整理する。まずは、既存のデータより、ブドウの輸出が国内の価格形成にどのような影響を及ぼすのか分析した。その後、大阪市場においてヒアリング調査を行い、より詳しい現状について明らかにした。なお今回は、岡山県が生産量1位を誇るピオーネ（写真1）と、近年急激に人気を伸ばし、生産量が増加しているシャインマスカット（写真2）について取り上げる。



写真1 ピオーネ

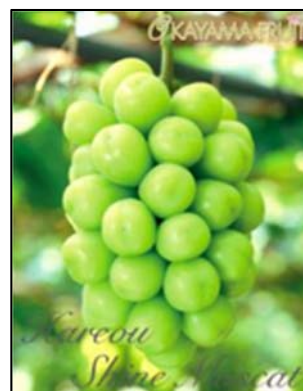


写真2 シャインマスカット

3. 輸出が価格形成へ与える影響の分析

3.1. 岡山県産ブドウの出荷量と大阪市場における価格変動

まずは、輸出がブドウの価格形成に与える影響について分析を行った。図1、2はそれぞれ、岡山県産のピオーネ、シャインマスカットの大阪市場への出荷量と価格の変動について示したものである。

図1より、岡山県産ピオーネは9月中・下旬に出荷量のピークを迎えていることが分かる。しかし、出荷量が増えているにもかかわらず、価格は横ばい、または上昇する傾向が見られる。通常、出荷量、つまり供給量が増加すれば、価格は下がるのが一般的である。しかし、ピオーネにおいてその傾向は見られなかった。その原因として考えられることは、出荷量のピークである時期に、より多くの需要が見込まれることであろう。この需要を高める要因のひとつに、中国の「中秋節」という行事があるのではないかと考えた。中秋節とは、陰暦の8月15日、つまり9月20日頃に、名月を鑑賞する中国の行事である。この行事において、人々は月餅という餅を庭に並べて月に供えたり、お互いに送り合ったりする。近年では餅と共に果物を送り合うことも定着しつつあるようだ。この場で、ブドウをはじめとする日本産の果物が多く扱われていると考えられる。特にブドウは、中秋節と旬の時期が一致するため、その需要量は大きくなると考えられる。そのため、出荷量が増える9月中・下旬になっても、価格が横ばい、あるいは上昇するといった現象が発生したと考えられる。

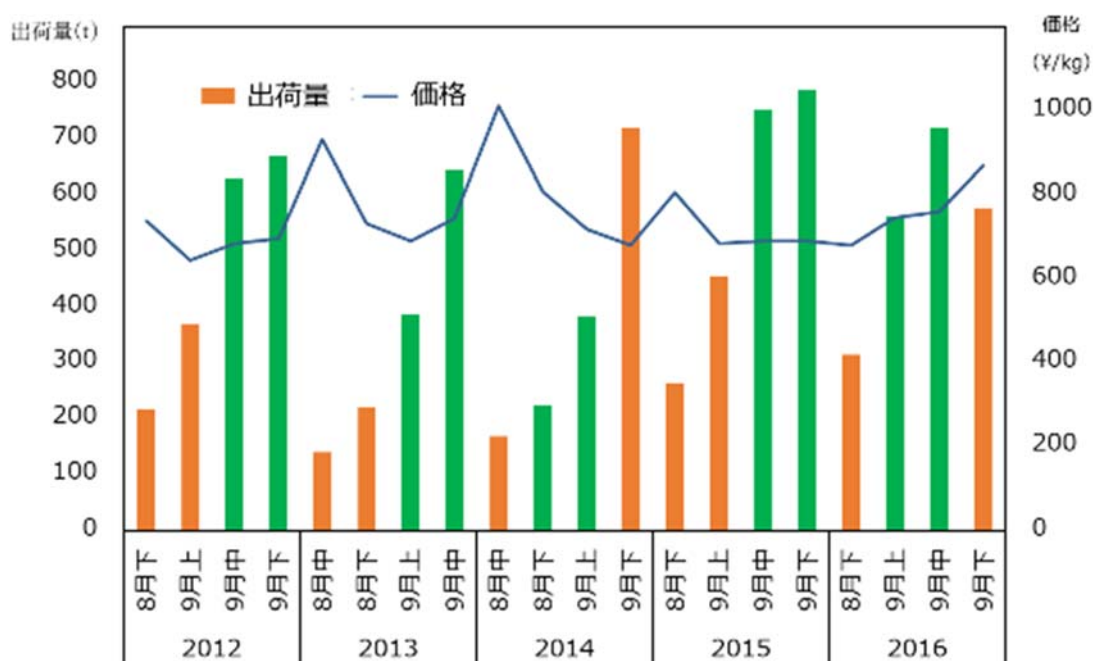


図1 岡山県産ピオーネの出荷量と大阪市場における価格変動の時期別の変化

※緑は中秋節の時期を示す

図 2 よりシャインマスカットもピオーネと同様の傾向が見られ、中秋節による需要増加が大きく影響していると考えられる。また、シャインマスカットは 2006 年に品種登録された新しい品種であり、その出荷量は年々増加している。しかし、価格は下がっていない。kg あたりの値段もピオーネの 2 倍であるため、大きな需要があると考えられる。

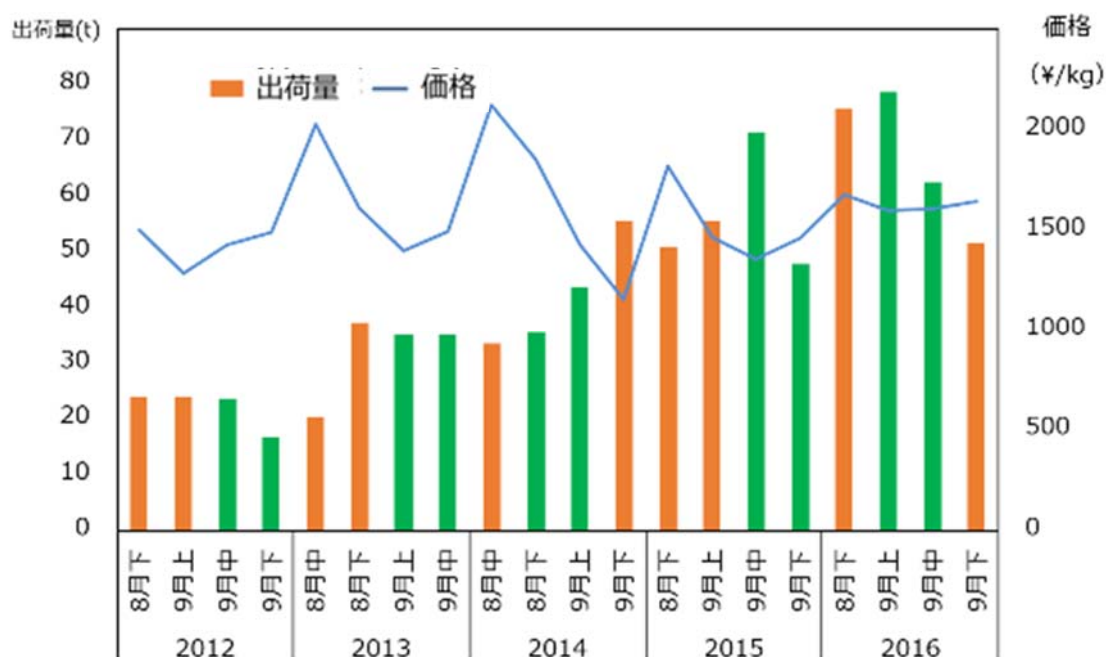


図 2 岡山県産シャインマスカットの出荷量と大阪市場における価格変動の時期別の変化
※緑は中秋節の時期を示す

3.2. 中秋節が岡山県産ブドウの価格形成に与える影響に関する分析

次に、中秋節が岡山県産ブドウの価格形成に与える影響について、回帰分析を行った。表 1、2 はそれぞれ、岡山県産ピオーネ、シャインマスカットに関する回帰分析の結果を示している。なお、回帰係数算出の際、中秋節はダミー変数として扱った。

表 1、2 より、回帰係数はピオーネで 38.58、シャインマスカットで 110.41 と、いずれも正であった。よって、岡山県産ピオーネ、シャインマスカットは共に中秋節の影響を大きく受けていることが明らかとなった。

表 1 岡山県産ピオーネに関する回帰分析の結果

	回帰係数	標準化係数	p 値
出荷量	-0.14	-0.63	****
中秋節	38.58	0.45	***
切片	714.1		**
R ²	0.34		

表 2 岡山県産シャインマスカットに関する回帰分析の結果

	回帰係数	標準化係数	p 値
出荷量	-0.24	-0.03	
中秋節	110.41	0.34	*
切片	-291.4		
R^2	0.5		

※表 1、2 とともに p 値：****<0.0001, ***<0.001,**<0.01,*<0.05,・<0.10

3.3. 輸出需要が加わった時の価格形成モデル

回帰分析の結果より、図 3 のような価格形成モデルを考えた。まずは、需要が国内のみの状況を考えてみる。この時、ブドウの価格形成は市場メカニズムに従う。つまり、供給量が増加すると価格は下がる。例えば、出荷量が Q_1 から Q_2 に増加したとき、価格は P_1 から P_2 に下がる。

次に、海外からの需要、つまり輸出需要が加わった時について考える。この時、国内需要に輸出需要が加わるため、需要曲線は図の縦軸の方向に移動する。価格変動について考えてみると、出荷量が Q_1 から Q_2 に増加したとき、価格は P_1 から P^* に上昇する。したがって、輸出需要がブドウの価格形成に対して大きな影響を及ぼすと言える。

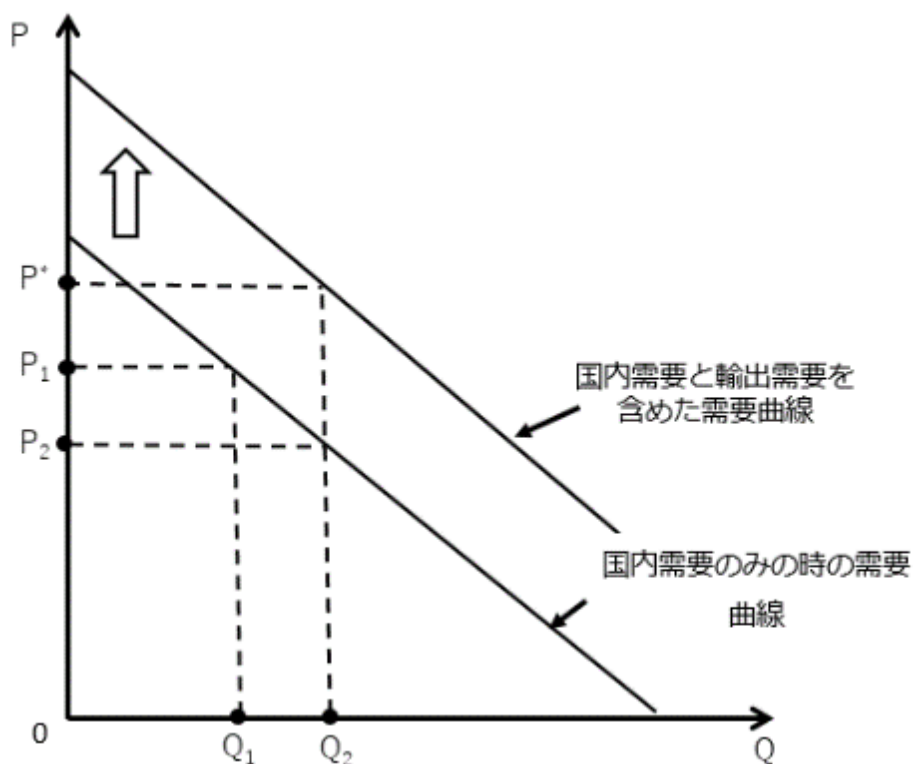


図 3 輸出需要が加わった時の価格形成モデル

4. 大阪市場でのヒアリング調査

岡山県産ブドウの輸出について、より詳しい実態を明らかにするために、大阪中央卸売市場にヒアリング調査を行った。調査は、実際に輸出用ブドウを取り扱う4社（株式会社辻井商会、大果大阪青果株式会社、明弘貿易有限会社、株式会社ニシムラ）と全農岡山大阪事務所を対象に行った。また、市場での調査であったため、実際の競りの様子や農産物保管用の冷蔵庫などの設備、取り扱われている様々な種類の野菜や果実などを見ることができた。

4社へのヒアリングから明らかとなったことは、以下の通りであった。

- ピオーネ、シャインマスカットともに、輸出向けが約50%
- 高品質なものが、輸出需要が高い
- 輸出需要は、市場価格に大きな影響を与えている。

輸出向けのブドウは近年増加傾向にある。最近では香港、台湾だけでなく、ベトナムやタイ、シンガポールなどの新興国からの直接買い付けが増えてきており、新たな需要が見込まれている。品質に関しては、輸出向けの場合は価格より重視される。特に重視されるのが、外観と脱粒しにくさであった。岡山県産のブドウは、国内のほかの産地に比べて脱粒しにくいため、多くが輸出向けとなっているということだった。そして、輸出向けブドウは高値で取引されるため、市場価格を引き上げているということも明らかとなった。これは、分析の結果と一致している。日本のブドウを輸入している国々にとってブドウは珍しく、特に日本産のものは高品質であるため、高い価格であろうと購入する人が多いようだ。

一方で、新たな需要が見込まれる新興国の制度や取引方法、岡山県産の中でも品質にばらつきがあり、今後は全体的に一定の高水準が求められる等の課題も明らかとなった。

全農岡山大阪事務所での調査では、主にシャインマスカットについて危惧されていることが明らかとなった。現在、輸出需要による価格の引き上げのため、生産量が増えても価格が下がらず、場合によっては上昇するといったことが生じている。特にシャインマスカットではこの傾向が顕著に見られる。そのため、シャインマスカットへの転換や就農をする人が多く、農家の減少の食い止めや農家の収入の増加に貢献しているといったメリットもある。しかし、この高価格はいつまで続くか分からない。さらに、最近では韓国産のシャインマスカットが登場するなど、新たな競合相手も増えつつある。そのため、シャインマスカット一極集中で栽培するのではなく、他の品種とバランスよく栽培してリスクを分散させていくことが求められていると指摘されていた。



写真 3 ヒアリング調査の様子

5. まとめ

以上の結果より、ブドウの輸出は価格を引き上げる効果があることが明らかとなった。特に、ブドウの旬の時期は中国の中秋節と重なるため、香港・台湾からの需要がより大きくなるということが、輸出の増加に大きく貢献しているということが考えられた。また、岡山県産ブドウは高品質であるため、多くが輸出向けになっていた。今後は新たな需要により、輸出は拡大していくと考えられる。更なる輸出拡大に向けては、品質を全体的に一定の高水準にする等課題もあったが、課題を克服することで、より日本産ブドウに対する信頼も増し、農家の経営にとって良い方向に向かうのではないだろうか。

プロジェクト実習の感想

48428207 王偉安

中国では、食品市場の拡大により、食品企業が自己利益のみを追求するという姿勢で、違法添加物が幅広く使われているために、食の安全をめぐる食品安全事件が頻発している。このため、国内ブランドの信頼が失われた。

中国において、最近では、海外食品、特に日本産食品に関して、ブームになった。国民は価格の安さや量的な十分よりも食品の安全を求める優先することになったと思われる。これは中国の消費者は食品安全に関する意識が向上したといえる。

ヒアリング調査から見ると、輸出企業の経営者たちは食品に関する意識が高く、食の安全・安心への取り組みに努力している。また、輸出企業は中国の食品に関する認証を取得だけではなく、日本の有機認証等も取得したことが多かった。これらは食品の安全保障に対して、役立つと思われる。また、日本産食品は中国でのブームを加えて、中国の国内向けの食品企業の反省すべき点も多い。例えば、原材料の市場取引から指定生産者に変更すること、経営者自身の食の安全・安心に関する意識を向上することが挙げられる。

また、中国の食品加工業はまだ労働力集約型産業であるため、国民はすべて海外食品を購入すると、国内の食品産業に大きなダメージを招く、その一方で、もしも企業は利益がなくなって倒産すれば、失業者も増加することが想像できる。労働力集約型の企業の倒産に伴い、失業者の医療、保険等の関係がある他の社会問題を起こすかもしれない。政府の財政負担も増加させることも予想できる。

そして、競争の激化している中国の食品産業において、長期的から見ると、国内向けの食品企業は、食品の安全・安心への取り組みを作るのは重要なことと思われる。また、消費者とのコミュニケーションに関して、国内向けの食品企業は、開催する食品展覧会等に参加し、消費者との意見交換会を行い、消費者は食品企業に対する要請等の情報を収集して、改善すべきと思う。

現段階では、仕組みを作ることが国内向けの食品企業に対して、時間とコストの両方がかかると思うのであるが、この時に、政府の役割が重要になる。政府としては、国内の分散した小規模な食品企業に対して、「中華人民共和国食品安全法」の実施することを日常的な監督の一方で、食品の安全性を保障するために、検査機械などの補助政策があると、中国国内の食品の安全性を一層になるかと考えられる。

また、輸出企業に対して、中国食品輸出企業の製品はほとんどが OEM として供給され、企業の競争力が弱いといえる。今後、食品企業の戦略として、中国産食品のブランド化を工夫し、高級化、高付加価値化に向け、中国食品輸出企業は海外での競争力強化を目指すべきと考えられる。

プロジェクト実習を終えて

48429210 藤本一志

今回の実習を通して、中国の食品に対するイメージが大きく変わった。今まではメディアでしか情報を得ていなかったが、実際に現地に赴き、自分の目で見てみることで気づくことが数多くあった。

今までは、「中国産の食品」と聞くと、良いイメージは全くなかった。ニュースで度々話題になった残留農薬、違法添加物等の食品汚染の問題に対して大きな関心を持っていたからだ。しかし、実際に中国に行って食品企業の社長に話を聞いたり、食品工場の中を見学させて頂いたりすることで、その印象は一転した。今回調査した企業の社長は、食の安心・安全に対してとても強い意識を持たれていた。そして、工場の中では、何回も何回も入念なチェックが行われていた。この現場から食品汚染が発生するとは考えられなかった。実際、政府も輸出向けの食品に対しては厳しい検査を行っているとのことであった。以上のことは、日本国内にいただけでは、決して分からなかったと思う。実際に現地で問題意識をもって調査を行ったことで得られた知見である。調査から、日本に輸入される「中国産」の食品は安心・安全が保障されているという印象を得ることができた。今後は、「中国産だから」という理由だけで食品を買わないということは、私自身も減ると思う。現地でお会いした中国の方々は、皆さん盛大に歓迎してくれた。初めての海外で不安だったが、それも和らぎ、とても楽しい時間を過ごすことができた。

学内・地域の実習では、農産物輸出の現状について詳しく知ることができた。今までは、日本は自給率が低いため、農産物を輸入に回す余裕はないと思っていた。しかし、日本国内の市場は、高齢化や人口減少で今後は縮小する。一方で海外の市場は、世界的な人口増加や途上国の経済成長により、拡大することが予測されている。そこに品質の高い日本産の農産物を売り込むことで、農家の所得向上や後継者不足といった問題の解決に繋げようとする姿勢があることは、今回の実習を通して知ることができた。調査に行った大阪中央卸売市場では、近年ではシンガポールやタイなど、まだ取引をしていない国のバイヤーも視察に来ることがあるようだ。日本の農産物輸出は今後もまだまだ拡大すると考えられる。大阪市場で今回お話を聞いた方々は、皆日本産の農産物は品質が高いとよく言われると仰っていた。工業製品と同じように、農産物でも日本の品質の高さは保証されているようだ。今後輸出がさらに拡大し、それが農家の所得増加に貢献すれば、さらに良い品質の農産物を作ろうというインセンティブが、農家に働くであろう。また、農業という仕事に対する人々の印象も良い方向に変わってくると思う。そのような好循環を生むためにも、輸出を拡大していくことは大切だと思った。

今回の実習を通して、実際に自分の目で現場を見ることの重要性に気づかされた。今後大学院生活だけでなく、社会に出てからも、このような姿勢を大切にしていきたい。

Project report

Current status of import and export of Japanese agriculture

1. Introduction

Recently, progress of globalization is rapidly in agricultural field too. In this situation, Japanese government is focusing on agricultural exports. So, in this project, we studied about export and import of agricultural products in Japan. And we summarize about current status.

2. Trend of export value about Japanese agricultural product (Campus)

On July 28, 2017, a Ministry of Agriculture and Fisheries official came to Okayama University and he had a class about agricultural white paper. In that class, he explained about Japanese agricultural exports. Recent years, Japanese domestic market is shrinking by aging and decreasing of population. On the other hands, world market is expanding by increasing of population and economic growth. So, Japanese government expect to develop and acquire overseas market and promotes the export of agricultural products.

Figure1 shows about trend of export value of Japanese agricultural products. Export value is increasing tendency.

Major export destinations are Hong

Kong, America, China

and Taiwan. As the increase is favorable, Japanese government set the goal. The

goal of export value is 1 trillion yen by 2020.

Especially, we focused on export of grapes. Because grapes is Special products of Okayama prefecture. Result from the research, the export value is expanded rapidly in recent years. Major export destinations are Hong Kong and Taiwan. From this result, we did hearing survey to know detail status about export of grapes in Osaka market.

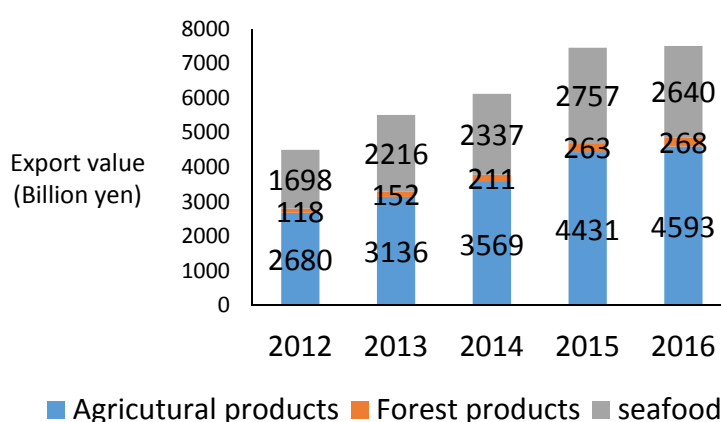


Figure 1 trend of export value of Japanese agricultural products

3. Export agricultural products from Japan to overseas (Domestic)

3.1. Analysis how export influence the price

Before going to Osaka market, we analyzed how export influence the price. This time, we focused on Pione and Shine Muscat which are popular kind of grape. In Japan, the shipment of grapes increase is middle or end of September. Usually, the increase of shipment make the price decrease. But the price of grapes in Osaka market is flat or rising. We thought Mid-Autumn Festival in China might be affecting. As a result of calculating the linear regression coefficient using the influence of Mid-Autumn Festival as a dummy variable, it was 38.58 for Pione and 110.41 for Shine Muscat. From this result, we make the model (Fig.2). Vertical axis is price and horizontal axis is shipment. And this is demand The Demand Curve of Domestic. The shipment is Q_1 , at that time price is P_1 . The increase of shipment make the price decline. So the shipment change from Q_1 to Q_2 , price decline from P_1 to P_2 . Mid-Autumn Festival season, there is a lot of demand in China and Taiwan. It make to shift the demand curve upward. At that time the shipment change from Q_1 to Q_2 , price is rise from P_1 to P^* .

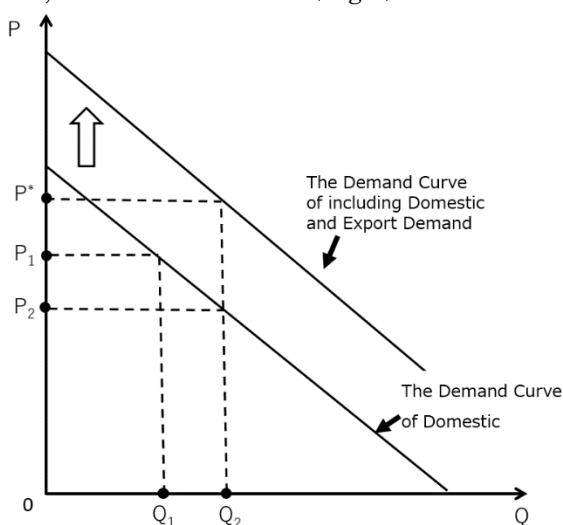


Figure 2 Rising of price by export

Therefore, the export demand has the influence of price.

3.2. Hearing survey in Osaka market (2017.12.25)

We did hearing survey Osaka market to know about more detail status of export of grapes. Grapes for export is about 50%, export value has been increasing trend in recent years. In addition, new demand from emerging countries such as Vietnam, Thailand and Singapore is expected. High export demand is high quality grapes. Especially, appearance and difficulty in shedding is more important. And since grapes for export are traded at high prices, it became clear that they are increasing the market price. Grapes are rare for countries importing grapes in Japan, especially because Japanese ones are of high quality, so many people buy it at high prices.

4. Importing food from overseas(China) to Japan (International)

About the overseas practical training, we are interviewed the food companies for export of Yantai city, Shandong Province, China. We want to understanding efforts towards safety food, and to make clear the relations between stakeholders.

About the Outline of interview companies. The location is the Yantai city, Shandong Province. The company form is the Limited company. The main products is the peanuts processed goods. The main export destinations is Japan. About the interview Target, the company A is the president, the company B is the Chairman (Also concurrently president).The date of interview is 14th September.

Table 1 Outline of interview companies

	A	B
location	Shandong Yantai	Shandong Yantai
Company form	Ltd.	Ltd.
Main products	Peanut processed goods	Peanut processed goods
Major export destinations	Japan	Japan
interview Target	The president	Chairman (Also concurrently president)
Date of interview	2 0 1 7 / 9 / 1 4	2 0 1 7 / 9 / 1 3

The Implementation system of China's food safety system is the supreme organ is the General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine (CIQ). It is supervision the export and import food inspection.

About the flow of raw materials and goods of company A. In the Figure, the blue color is in-house check, before the Raw material stock, it is check the Residual pesticide, and Aflatoxin. Before the Processing, it is check the Residual pesticide and Chemical substance. Before the Vanning, it is check the color, taste, hardness and moisture. The orange color is the CIQ check. After CIQ checked, it will be transport to Japanese food manufacturer through the trading company. The green color is the Company's responsibility, the dotted line is the Company's Stakeholders.

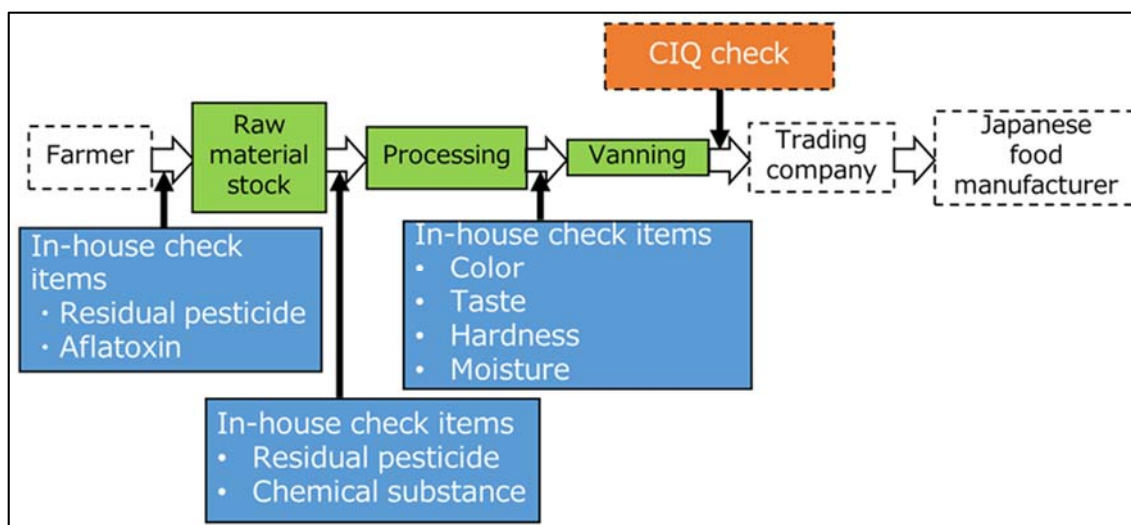


Figure 3 Flow of raw materials goods of company A

About the flow of raw materials and goods of company B. The color' s meaning is the same to company A. The blue color is in-house check, about In-house check, it is check the Residual pesticide both of the Raw material primary processing plant and Processing. Before the Vanning, it is check the color, taste, hardness and moisture. The orange color is the CIQ check. After CIQ checked, it will be transport to Japanese food manufacturer through the trading company. The green color is the Company's responsibility, the dotted line is the Company's Stakeholders.

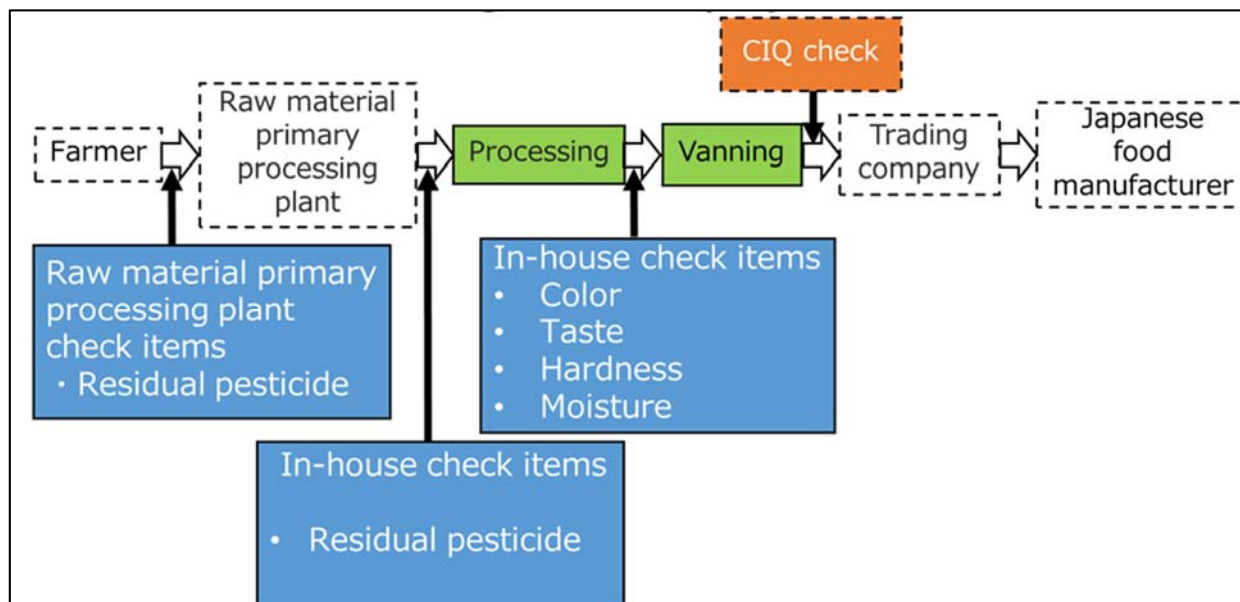


Figure 4 Flow of raw materials goods of company B

About our result of analysis is that for company A and company B, it is most important to observe the "safety and security" of food. Social contribution is not important to company. From this Figure, we can see the relationship with the consumer is the most important to export food company.

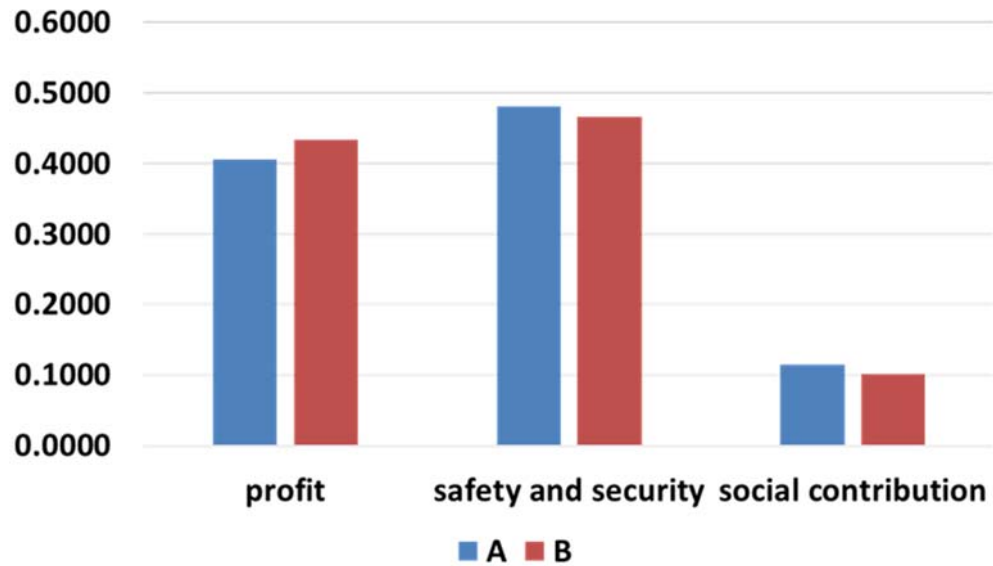


Figure 5 Importance of profit, safety and security, social contribution by AHP method

About the conclusion. For China's export food company, we cleared that the raw material producer is the contracted farmer. In the company, the raw material was be stocked, processes and packed. A very strict inspection item is set and checked.

For export food company, it is most important to observe the "safety and security" of food. The relationship with the consumer is the most important. Social contribution is not.

