

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25年度

Science
For
Asian
Environment

アジアにおける
「環境学」の教育研究拠点

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 25 年度 プロジェクト実習 成果報告書

目 次

- (1) 農業活動が水質に与える影響
—ベトナム湾岸地域・フエおよび笠岡湾干拓地での事例— …………… 1～18
- (2) 気象および環境条件の違いによる果樹の生産性と品質への影響の解析 …………… 19～30
- (3) 中国・上海の交通環境負荷削減を考える …………… 31～44
- (4) Biomass Utilization for Sustainable Society …………… 45～81
- (5) 中国及びインドネシアにおける廃棄物マネジメントに関する調査 …………… 83～119

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

農業活動が水質に与える影響 —ベトナム湾岸地域・フエおよび笠岡湾干拓地での事例—

岡山大学 環境管理センター
准教授 前田守弘

1. 概要

「アジア環境再生特別コース」の一環として、笠岡湾干拓地およびベトナムフオン川流域における有機資源活用型農業と水環境をテーマに、学内実習、地域実習、国際実習を行った。詳細は下記の通りである。なお、国際実習は現地研究者と共同で実施し、海外協力研究を学生に体験させた。参加学生は、蜂谷拓郎、三島拓也の2名である。

2. 学内レベル【土壌・水質分析の手法に関する実習および結果のとりまとめ】

- (1) 6月 2時間×2回 : 環境理工学部棟 501 号室
内容：ベトナム実習に関する打合せ
講師：前田守弘
- (2) 7月 3時間×5回 : 環境理工学部棟 527 号室
内容：土壌無機態窒素分析手法の取得
講師：前田守弘
- (3) 8月 3時間×5回 : 環境理工学部棟 527 号室
内容：水サンプル中の窒素，リン，硫酸，ケイ酸分析手法の取得
講師：前田守弘
- (4) 9月 3時間×5回 : 環境理工学部棟 527 号室
内容：可給態リン酸の分析法の取得，データ整理
講師：前田守弘
- (5) 10～1月 2時間×5回 : 環境理工学部棟 501 号室
内容：英語での報告会に向けたとりまとめ，発表練習
講師：前田守弘

3. 地域レベル【笠岡湾干拓地における水質汚濁の現状把握に関する実習】

- (1) 11月27日 5時間：笠岡湾干拓地
内容：農業用排水路における栄養塩濃度の調査
講師：前田守弘

4. 国際レベル【ベトナム中部における農地管理と水質汚染に関する実習】

ベトナム国フエ省 Quang Dien 地区 Quang Thanh 村では、安全野菜を標榜して、減化学肥料・減農薬の野菜栽培に取り組んでいる。しかしながら、イメージだけが先行し、環境負荷や物質フローについて調査研究した事例はないと思われる。同地区では、地下水位が浅く、砂質土壌であ

るため、栄養塩の溶脱や地下水近傍における脱窒の寄与が大きいと思われるが、一方で、地下水や河川水は重要な水資源となっており、適切なマネジメントが求められる。本実習では、窒素、リンに着目し、Quang Thanh 村の減化学肥料・無農薬野菜栽培における作付け状況、施用有機物、土壌、地下水の概況調査を行った。また、本地区の存在する Quang Dien 地区、Huong 川流域における水質調査を実施した。

(1) 6月22日(土)～6月26日(水)：ベトナムフエ

6/22 Quang Thanh 村にて、畑地施用有機物および圃場調査

6/23 Quang Thanh 村にて、土壌地下水調査

6/24 Quang Dien 地区にて、土壌地下水調査

6/25 Huong 川流域調査

6/26 Huong 川流域調査

講師：岡山大学 前田守弘，金科哲，守田秀則，生方史数，駄田井久，本田恭子
フエ大学 Ngyuen Van Huy

農業活動が水質に与える影響

—ベトナム湾岸地域・フエおよび笠岡湾干拓地での事例—

環境生命科学研究科 社会基盤環境学専攻 48425158 蜂谷拓郎

48425162 三島拓也

1. 学内レベル: 土壌および水質の分析手法の取得

地域レベルと国際レベルで行う実験のために分析手法を学習した。

1.1 土壌分析

pH

土壌：水＝1：2.5の懸濁液をpHメーター (twin pHメーター, HORIBA) で分析した。

全炭素 (TC), 全窒素 (TN)

土壌を微粉碎した後にCNコーダー (MT-700 Mark-II, Yanako) で分析した。

無機態窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$)

2 M KCl (土壌：KCl＝1：10) で抽出後、オートアナライザー (QuAatro 2-HR, BLTEC) で分析した。

トルオーグP ($\text{PO}_4\text{-P}$)

植物に利用される可給態Pを示す。トルオーグP (1 M H_2SO_4 および $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ の混合溶液, 土壌：トルオーグP＝1：200) で抽出後、オートアナライザーで分析した。

1.2 水質分析

全窒素 (TN), 全リン (TP)

試料中の全ての化学形態の窒素とリンの濃度を指す。水質基準の指標の一つになる。ペルオキシ二硫酸カリウム分解を用い、硝酸イオンおよびリン酸イオンに形態変換を行った後、オートアナライザーで分析した。

pH, EC, 水温

pHはpHメーター (MODEL PH81, YOKOGAWA)

で、ECはECメーター (MODEL SC82, YOKOGAWA) で、水温は水温メーター (TX10 DIGITAL THERMOMETER, YOKOGAWA) で分析した。

全有機炭素 (TOC)

超音波洗浄機 (MODEL 5210, BRANSON) で10分間分散した後、全有機体炭素計 (TOC 5000, Shimadzu) で分析した。

2. 地域レベル: 笠岡湾干拓地における畜産および作物栽培が水質に与える影響

2.1 背景および目的

岡山県南西端に位置する笠岡湾干拓地では、畜産を中心とした循環型農業が推進されている。しかし、干拓地内遊水池ではアオコの発生等が問題視され、必ずしも環境保全的農業とはいえないのが現状である。

笠岡市は1998～2008年まで干拓地内の水質調査を行ってきた。これによると、干拓地中央を流れる2号幹線排水路を中心に窒素、リン、COD濃度が高く、汚染は年々進行している。この水質汚染の原因は化学肥料・堆肥の過剰施肥、牛舎・堆肥舎由来の洗浄水、アンモニア揮散等と考えられる。

本調査では、2013年11月に笠岡湾干拓地内幹線排水路および支線排水路にて水試料のサンプリングを実施し、窒素およびリン濃度を測定するとともに汚染源について考察することを目的とした。

2.2 調査地概要

笠岡湾干拓地の農地は牧草地、畜産エリア、畜産および施設園芸エリアの3つに大別され、各エリア中央部に支線排水路を有する。ここで、牧草地の支線排水路を1号支線排水路、畜産エリアを2号支線排水路、畜産および施設園芸エリアを3号支線排水路とする。これらの支線排水は幹線排水路に合流する。幹線排水路では干拓地東側堤防（潮回し）から取水した海水が流下し、寺間遊水池に貯留された後、ポンプによって笠岡湾へ排水される。

本研究では、幹線排水路および支線排水路内の15地点にてサンプリングを行った。なお、支線排水路1~3について、一に続けて上流から番号を付した。加えて、施設栽培ハウスに配備された灌漑用取水口から灌漑水を採取した。

2.3 結果

窒素濃度、リン濃度ともに畜産エリア、畜産および施設園芸エリア、牧草地の順に高い値を示した(図1,2)。また、窒素、リン濃度について形態別にみると、窒素については硝酸態窒素が、リンについてはリン酸態リンが大部分を占めた。

2.4 結論

笠岡湾干拓地では畜産の有するエリアにおいて窒素、リン濃度が高いことから、畜産が水質に与える影響が大きいと示唆される。また、窒素、リン濃度について形態別にみると、窒素については硝酸態窒素が、リンについてはリン酸態リンが大部分を占めた。今後は汚染源の詳細な特定と水質保全に有効な対策の早急な導入が望まれる。

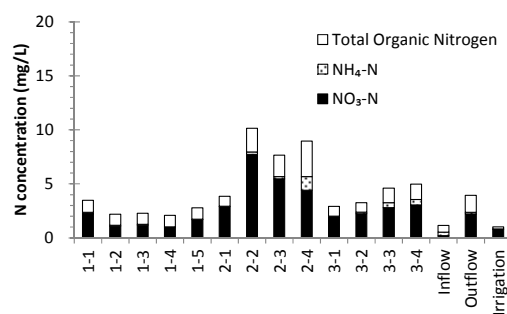


図1. 各地点における化学形態別窒素濃度

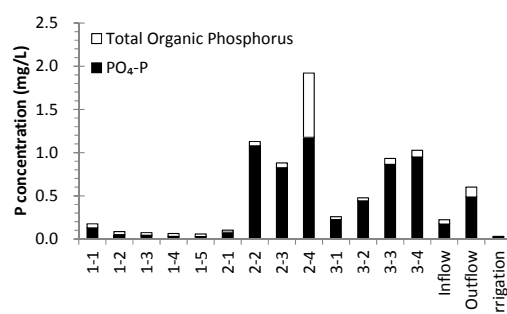


図2. 各地点における化学形態別リン濃度

3. 国際レベル: ベトナム中部沿岸地域における人間活動および農業活動が水質に与える影響

3.1.1 背景及び目的

発展途上国では都市化や農業の近代化によって水質汚染の進行が懸念されている。本調査ではベトナム中部沿岸地域フエを調査地とし、人間活動および農業活動が水質に与える影響を調査することを目的に、表層水および地下水の分析を行い、窒素およびリンの汚染源について考察した。

3.1.2 調査地概要

表層水のサンプリングはフエ市街地を流下し、ラグーンへと通じているHuong川流域にて行った。Huong川流域を上流域、市街地、下流域、農業地域、ラグーンの5つに大別した。

3.1.3 結果

窒素濃度，リン濃度ともに市街地，ラグーン，農業地域，下流域，上流域の順に高い値を示した(図 3, 4)．特に市街地において高い値を示し，我が国の湖沼の基準値(類型V TN : 1.0 mg/L, TP : 0.1 mg/L)と比較すると，これを上回る値であった．また，市街地において窒素濃度を形態別にみると，アンモニア態窒素の割合が大きかった．アンモニア態窒素は環境中では不安定であり，速やかに硝化が進行する．よって窒素の形態においてアンモニア態窒素の割合が大きい場合には汚染源が近傍に存在すると考えられる．

3.1.4 結論

市街地，農業地域において窒素濃度，リン濃度ともに高い値を示した．市街地では，生活排水，下水等の流入による点源汚染が主要な汚染源であると考えられる．また，窒素，リン濃度について形態別にみると，窒素についてはアンモニア態窒素が，リンについてはリン酸態リンが大部分を占めた．一方農業地域では，生活排水，下水等の他に化学肥料あるいは堆肥等の施肥由来の面源汚染も汚染源として考える．

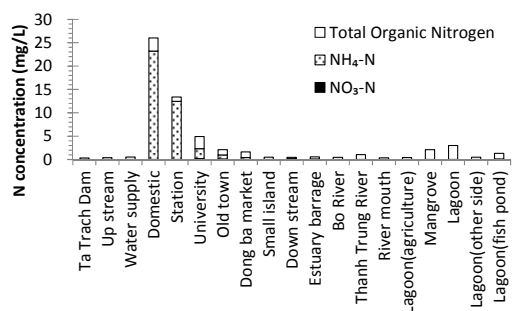


図 3. 各地点における化学形態別窒素濃度

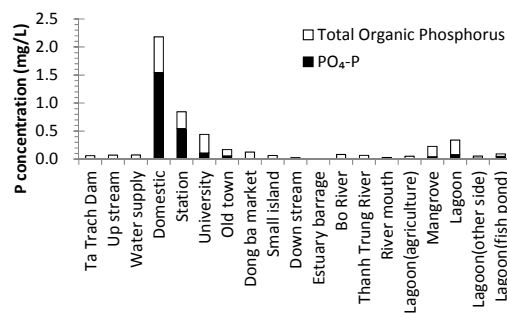


図 4. 各地点における化学形態別リン濃度

3.2.1 背景及び目的

3.1 より農業地域において窒素，リンの負荷がみられた．そこで Huong 川流域最下流地点の農業地域である Thunh Trung 村にて実態調査を行った．

Thunh Trung 村では，「安全野菜」として，減化学肥料・減農薬の野菜栽培（以降，安全栽培）が行われている．この「安全栽培」を行うことによって環境負荷が低減することが期待されるが，イメージだけが先行し，環境負荷や物質フローについての研究事例は少ない．また同地区は地下水位が浅く，砂質土壌であるため，栄養塩の溶脱が予想される．本調査では，安全栽培と慣行栽培における窒素・リンによる環境負荷の違いを明らかにすることを目的とした．

3.2.2 調査地概要

地下水のサンプリングは Thunh Trung 村にて行った．Thunh Trung 村の安全栽培農家 5 農家と慣行栽培農家 7 農家の地下水を採取した．また，Thunh Trung 村外の慣行栽培農家 4 農家についても同様の調査を行った．

3.2.3 結果

窒素濃度，リン濃度ともに各農家によっ

て値が違うものの、慣行栽培において安全栽培よりも高い傾向を示した(図 5, 6). また, 窒素, リン濃度を形態別にみると, 窒素についてはアンモニア態窒素が, リンについては有機態リンが大部分を占める傾向にあった.

窒素の施肥量について, 各農家によって施肥量が異なるものの, 慣行栽培においてより施肥量が多い傾向にあった(図 7). リンの施肥量については傾向はみられなかった(図 8).

窒素およびリンの施肥量と地下水の全窒素, 全リン濃度の相関について, 明確な相関はみられなかった. また, 施肥量が少ないにも関わらず, 地下水の全窒素, 全リン濃度の高い農家が見受けられた. このことから施肥以外の窒素, リン源の存在が示唆され, 生活排水や家畜ふん尿が汚染源であると考えられる.

3. 2. 4 結論

農業地域において, 窒素濃度, リン濃度の高い地点が見受けられた. また, 窒素, リン濃度について形態別にみると, 窒素についてはアンモニア態窒素が, リンについては有機態リンが大部分を占めた. 窒素, リンの汚染源として, 生活排水や家畜ふん尿が汚染源であると考えられる. 今後は窒素の安定同位体比分析等を用いて地下水中の窒素, リンの汚染源を特定することが求められる.

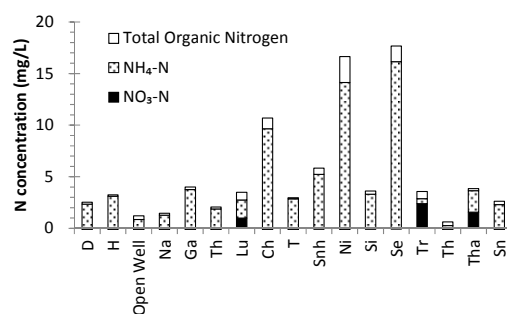


図 5. 各農家における化学形態別窒素濃度

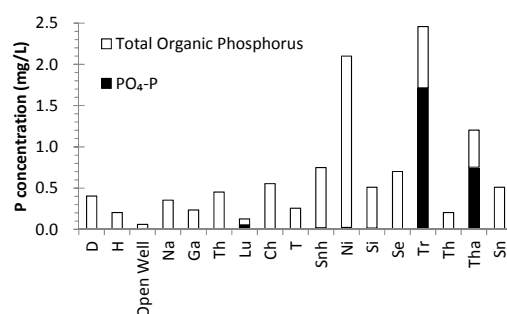


図 6. 各農家における化学形態別リン濃度

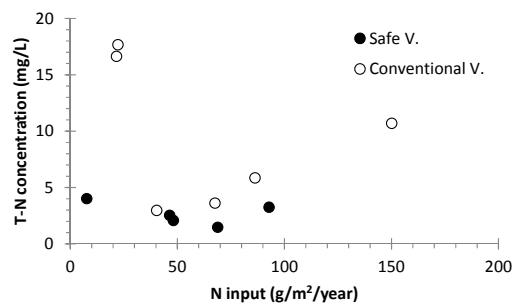


図 7. 窒素施肥量と地下水窒素濃度の相関

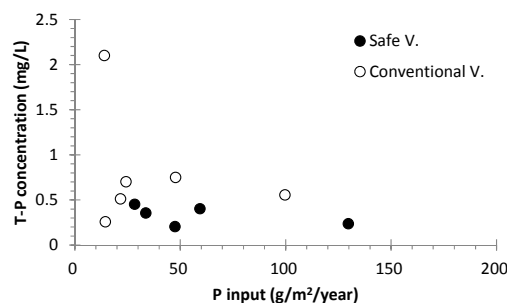


図 8. リン施肥量と地下水リン濃度の相関

プロジェクト実習の感想

環境生命科学研究科 社会基盤環境学専攻

48425158 蜂谷拓郎

私は今回のプロジェクト実習を通して、普段の研究からは得られない貴重な経験をすることができた。

学内レベルでは、土壌および水質の分析手法について学んだ。また、ESD 実践論では、地域において ESD がどのような役割を果たすことができ、活用されているか実例を通して学んだ。特に、京山地区の事例は自分が生活する地域であるという関連性を含めて説得力があり、非常に印象的であった。

国内レベルでは、笠岡湾干拓地内の幹線排水路および支線排水路にて農業活動が水質に与える影響について調査した。その結果、畜産が水質に与える影響が大きく、汚染源の詳細な特定と効果的な対策が求められていることがわかった。

国際レベルでは、ベトナム・フエ市街地を流下する Huong 川流域を上流域、市街地、農業地域、下流域、ラグーンの 5 つに分類し、水質調査を行った。また、農業地域における水質汚染の現状把握のため、Thanh Trung 村で行われている安全栽培と慣行栽培について、肥培管理の聞き取りと水質調査を行った。その結果、Huong 川流域においては市街地において窒素、リン汚染が深刻であり、下水・生活排水の流入が原因であると考察された。また、Thanh Trung 村では慣行栽培において安全栽培よりも地下水の窒素、リン濃度が低い傾向にあった。しかしながら施肥量と地下水の窒素、リン濃度の相関はみられず、この原因として生活排水や家畜ふん尿の流入が考えられた。以上の結果より、未処理の生活排水および家畜ふん尿等が汚染源となっており、下水処理施設の普及と家畜ふん尿の適切な処理技術の普及が急務であることを実感した。

また、今回の実習を通して私が衝撃的であったこととして日本とベトナムの農業形態の差異が挙げられる。笠岡湾干拓地では、1 農家あたり 10 ha ほどの農地を有し、畜産あるいは施設園芸栽培を行っていた。一方、Thanh Trung 村では 200-550 m² ほどの家先の農地で年間あたり 8-10 作の作物栽培を行っていた。笠岡の 1 農家当たりの耕地面積は日本の平均値を上回るものであるが、Thanh Trung 村の 1 農家当たりの耕地面積で収益をあげ、生活することができるという点に衝撃を受けた。また、各地域での水質汚染対策を考える上で、農業形態の差異は実現可能な対策の策定に重要であると感じた。

最後に本研究を進めるにあたり、多大な協力をして頂いた岡山大学の先生方、Thanh Trung 村の農家の方、フエ大学の関係者、調査をともにした三島君に感謝致します。そして、このような貴重な機会を与えて下さった前田先生に深く感謝致します。

ベトナム地域は大変日差しが強かった。Hue は非常にのどかな地域であり、主な調査地である Quang Dien 地方は見渡せば畑、水田、林、道沿いに固まって立っている民家であった。民家は戸口が広く開放的で、色遣いもやさしく鮮やかであり、住民はその住宅の庭、若しくは割と恵まれた人であれば大きく広がった畑作地帯の一角を使い、農業で生計を立てているようであった。用水は地下水を汲んでおり、長いプラスチック管で作られた手動のポンプを使っていた。都市部へ行けば大きな川の周りに並ぶ屋台の集まりがあった。川は多く見られたが、そのどれもが大きく、日本の大きな河川に並ぶ、むしろ大半のそれよりも大きいであろうものもしばしば見られた。河川のコンクリートブロックからは水中から泡が出ている部分も見られ、生活排水を適切に処理するという意識がまだ根付いていないのだろうと考えた。電力の消費量は非常に少ないことが明らかに見て取れ、電気が煌々と灯る、スーパーマーケットのような店舗はかなり少ないように見えた。幹線道路には信号機が探すほどしかなく、小型バイクが多く走っており、日本の感覚では非常に危険な乗り方や、整備であると感じられる部分ばかりであった。このように住民は牧歌的であり、高コストの消費からくる環境破壊とは無縁であるようではあったが、都市環境への知識、気遣いといった面ではあまり発展していないという印象を受けた。

農地では過施肥からくる高めの環境負荷になっているところもあれば、そうでないところもあり、安全野菜栽培と慣行栽培に差はなかった。また、その肥料は人糞や家畜の排泄物などの有機物を使っていることも多いが、個人家屋の範囲で作っていることもあり、その設備が不十分であるがために汚染につながっていることもあった。これを見るに、農業は全体的に農家の個人の経験や勘で行われており、研究やその研究を利用する手段がまだ不足していると思われる。また、多少の汚染は上記の川があり、生活水量に対して圧倒的に流量が多いため、その豊富な水量で問題ない量まで希釈されてしまう。農業をしている現状では殆ど問題が起こらないのであろうが、もし工業化などが進んだ際には、公害などの正しい知識を扱う下地を持っているかという面で少し心配である。

今回ベトナムを見て回った際に感じたことは、ベトナムは他の発展途上国である状態の国々と同じように、都市化をした際に起こるであろう問題点への対策に対して、具体的な解決手法について未発達であり、そのためその対策をするために必要な市民へ周知させるビジョンを明確に打ち出せていないという印象であった。発展途上国が開発されるためには都市化が必要であるが、都市化の問題点の解決のためには広報や研究のために都市化が必要になるなど問題に対して予防がしにくく、対策が後手に回することは避けられないものなのだろうと思った。

このコースでは、発展途上国というものの、発展状況、都市、自然環境の状態などを自

らが把握できた良い機会であったと思う。講演会を聞いて、途上国は現在、急激な都市化によってごみ問題が大きくなっているということや、有機のごみを再活用する研究、交通量の増加による問題も出ていた。途上国が地球環境を考える上で無視できない要素となってくる日も近いのであろうと思う。

Impact of Agricultural Activities on Water Quality in Coastal Areas of Hue, Vietnam and Kasaoka, Japan

Graduate School of Environmental and Life Science

48425158 Takuro Hachiya

1. Laboratory level : Acquirement of soil and water quality analysis techniques

I learned analysis techniques to conduct studies at domestic and international levels.

1.1 Soil analysis

I learned analysis techniques of pH, total carbon (T-C), total nitrogen (T-N), inorganic N ($\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$) and Truog-P (available P).

1.2 Water analysis

I learned analysis techniques of T-N, total phosphorus (T-P), pH, EC, temperature and total organic carbon (TOC).

2. Domestic level : Effect of vegetable production and livestock on water quality in Kasaoka-bay reclaimed land

2.1 Background

Nitrogen and phosphorus concentrations have been reported to be high in the main drainage canals in Kasaoka-bay reclaimed land, where livestock farming is the most common form of agriculture. We measured water quality parameters in November 2013 and discussed nitrogen and phosphorus sources.

2.2 Sampling / Analyzed parameters

Kasaoka-bay reclaimed land is divided into three types: (i) Grassland, (ii) Livestock and

(iii) Livestock and horticulture. There are branch drainage channels into each area center. They join the main drainage channel. Sea water flows down in the main drainage channel to the pond.

We collected surface water in November 2013. It was subjected to measurements of pH and EC on site and T-N, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$, T-P, $\text{PO}_4\text{-P}$, TOC at Okayama University.

2.3 Results

N and P concentrations in water were higher for land use in the order of (ii) Livestock > (iii) Livestock and horticulture > (i) Grassland (Fig. 1, 2). Large portion of N was in $\text{NO}_3\text{-N}$ and large portion of P was in $\text{PO}_4\text{-P}$.

2.4 Conclusion

Livestock farming has larger impact on water quality. We should think that how we should treat manure and wastewater from livestock.

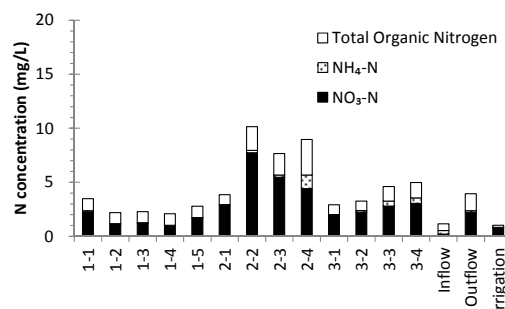


Fig 1. N concentration in surface water

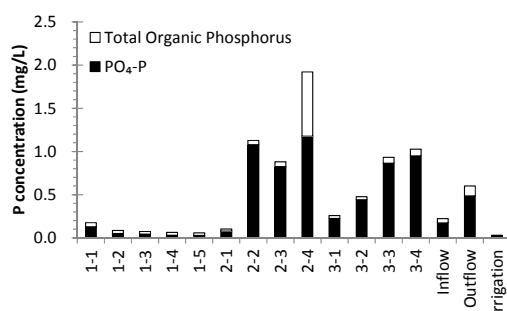


Fig 2. P concentration in surface water

3. International level : Effect of human and agricultural activities on water quality in coast area, central Vietnam

3.1.1 Background

It is considered that water quality become worse by urbanization and modernization of agriculture. We investigated quality of surface water and groundwater and identified sources of nitrogen and phosphorus, with objectives of finding impacts of agricultural and human activities.

3.1.2 Sampling / Analyzed parameters

We studied in the Huong River basin, Hue, central Vietnam. We divided five areas, upstream, city area, agricultural area, downstream and lagoon. We collected surface water samples and measured pH and EC on site and TN, NO₃-N, NH₄-N, TP, PO₄-P, SO₄-S, Cl, SiO₂-Si and TOC at Okayama University.

3.1.3 Results

N and P concentrations were higher in the city area, followed by the lagoon, the agricultural area, the downstream and the upstream. Large

portion of N was in NH₄-N and large portion of P was in PO₄-P. Generally, NH₄-N concentration is not high in surface water, because NH₄-N is unstable and nitrification occurs. It shows that N sources are close to the water contaminated.

3.1.4 Conclusion

N and P concentrations were higher in the city area, followed by the agriculture area. Large portion of N was in NH₄-N and large portion of P was in PO₄-P. Therefore we focused on the Thanh Trung village, one of the agriculture areas in the Huong River basin.

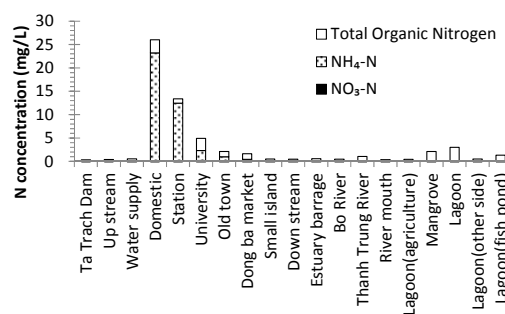


Fig 3. N concentration in surface water

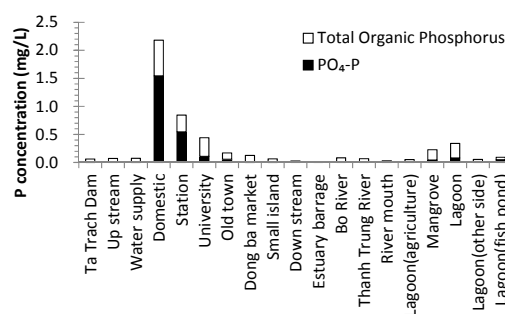


Fig 4. P concentration in surface water

3.2.1 Background

In Thanh Trung village in Hue, Vietnam, 'Safe vegetable' was produced with low

agrochemicals. This cultivation indicates Safe Vegetable (Safe V.). They expect to reduce environmental impacts by Safe V., but only image oriented, and there is little study on the environmental impact and material flows. Additionally, nutrient leaching and nitrate oxide emission in groundwater may occur due to low groundwater level and sandy soil.

The purpose was to clarify the difference in environmental impact of N and P in Safe V. and Conventionally-managed vegetable (Conventional V.) fields. We interviewed fertilizer management and analyzed water qualities in five safe V. farmers and eleven conventional V. fields.

3.2.2 Sampling / Analyzed parameters

The research area in Thanh Trung village is located 10 km from Hue city to the northwest. We surveyed five safe V. farmers and eleven conventional V. farmers. Conventional V. was classified into two groups as Thang Trung village or outside Thang Trung village. We collected groundwater samples and measured pH and EC on site and T-N, NO₃-N, NH₄-N, T-P, PO₄-P, SO₄-S, Cl, SiO₂-Si and TOC at Okayama University.

3.2.3 Results

In conventional V., T-N concentration was different among farmers, but, conventional V. was comparatively higher than safe V. Large portion of N was in NH₄-N. Generally, NH₄-N concentration is not high in groundwater, because NH₄-N is adsorbed on soil and nitrification occurs. It shows that sources of N

were close to the water contaminated. There was no clear relationship between safe V. and conventional V. or between N input and T-N concentration in groundwater. Although N input was low, T-N concentration was high in conventional V. Therefore domestic wastes and livestock manure may affect T-N concentration in groundwater.

The trend is the same as N. In the conventional V., P concentration was comparatively higher than safe V. Large portion of P was in TOP for most of farmers. TOP concentration is not high in groundwater, because organic matter is hard to move down into the groundwater. It shows that sources of organic matter are close to the water contaminated. There was no clear relationship between safe V. and conventional V. or between P input and T-P concentration in groundwater. Although P input was low, T-P concentration was high in conventional V. Therefore domestic wastes and livestock manure may affect T-P concentration in groundwater.

3.2.4 Conclusion

Large portion of N was in NH₄-N and large portion of P was in TOP. In the agricultural area, domestic wastes and livestock manure seemed to be sources of nitrogen and phosphorus with a high concentration in groundwater. In the future, a further identification of pollution sources is needed by using stable isotope ratios of nitrogen.

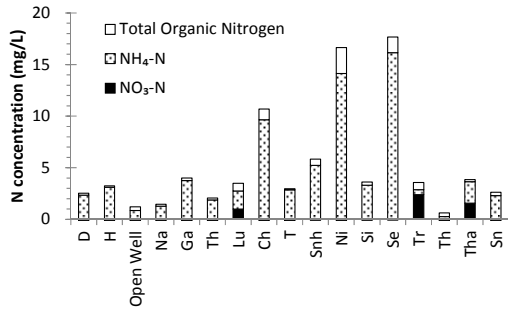


Fig 5. N concentration in groundwater

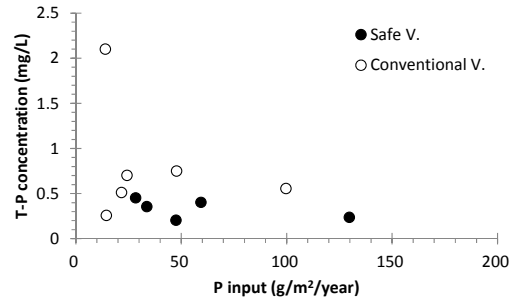


Fig 8. Relationship between P input and P concentration

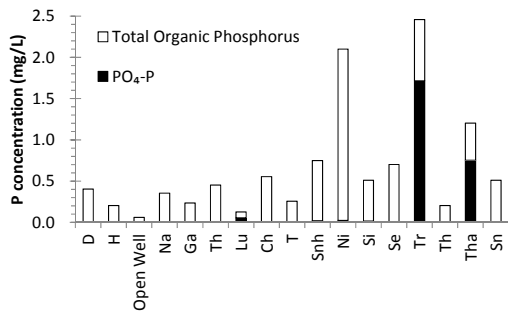


Fig 6. P concentration in groundwater

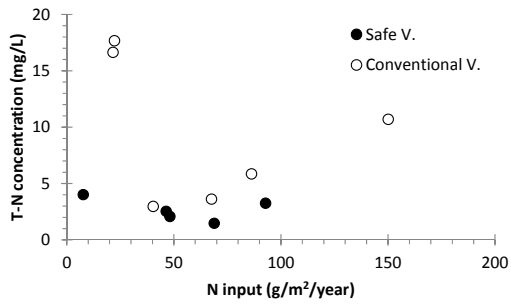


Fig 7. Relationship between N input and N concentration

**Impact of Agricultural Activities
on Water Quality in Coastal Areas of Hue, Vietnam and Kasaoka, Japan**

Graduate school of environmental and life science

48425162 Takuya Mishima

1. Laboratory level: learning the analysis techniques of soil and water quality

I learned analysis techniques to conduct experiments at domestic and international levels.

1.1 Analysis of soil

pH

I analyzed pH of the suspension (soil: water=1:2.5) using pH Meter (twin pH Meter, HORIBA).

Total-Carbon, Total-Nitrogen

I analyzed total C and N in dried soil using CN Corder (MT-700 Mark-II, Yanako).

Inorganic N (NO₃-N, NH₄-N)

I analyzed NO₃-N, NH₄-N concentration in soil using Auto Analyzer (QuAatro 2-HR, BLTEC) after 2 M KCl (soil : KCl=1 : 10) extraction.

Truog P (PO₄-P)

It is Phosphorus available for plants.

I analyzed it using Auto Analyzer after Truog (1 M H₂SO₄ and (NH₄)₂SO₄ mixed liquid, soil: Truog P=1 : 200) extraction.

1.2 Analysis of water quality

Total-Nitrogen and Total-Phosphorus

Total amounts of N and P in samples. It is one of water quality standards. I analyzed it using Auto Analyzer after digestion to NO₃-N and PO₄-P with

potassium persulfate.

pH, EC, Water temperature

I analyzed pH using pH Meter (MODEL PH81, YOKOGAWA) and EC using EC Meter (MODEL SC82, YOKOGAWA) and water temperature using thermometer (TX10 DIGITAL THERMOMETER, YOKOGAWA).

TOC

I analyzed it using TOC Analyzer (TOC 5000, Shimadzu) after ultrasonic dispersion.

2. Domestic level : Impact of livestock and vegetable production on water quality in Kasaoka Bay reclaimed land.

2.1 Background and purpose

Nowadays, the circular agriculture focused livestock is promoted in Kasaoka Bay reclaimed land located in the south-west end of Okayama prefecture. However, powderized green laver was occurred in anti-flood pond, so this is not said to be the best eco farming. Kasaoka city office researched the water quality at the land in 1998-2008. It showed that N, P and COD concentrations were higher in 2nd drainage canal that flow in the center of the land and near there year by year. It was guessed this water pollution was caused by over excessive fertilizing, rinse water of

the cow barn and compost depot, ammonia vaporization, and so on.

The object of this research is to measure N and P concentrations in the water sample to take sample at drainage canals in the land, and to guess the source of pollution.

2.2 Survey area

Farmland areas in the reclaimed land is used for 3 purposes; grassland, livestock, and livestock and horticulture. Each of them has the lateral canal at the center of area. At this point, I numbered them. The 1st canal was in grassland, the 2nd was in livestock area, and the 3rd was in livestock and horticulture area. The runoff water in them reaches to the main canal. In the main canal, seawater from levee at the east of the land flow down to Terama flood control basin, and water stored at this basin is drained to Kasaoka bay by the Pump.

In this research, samples were collected from got 15 sites in the main and lateral canals. For the lateral canal water, it was numbered from top to bottom after canal number and - (hyphen). In addition, irrigation water was sampled from irrigation intake in facility cultivation house.

2.3 Result

Nitrogen and phosphorus concentrations were higher in the order of livestock

area, livestock and horticulture area, and grassland (Figures 1 and 2). Nitrate nitrogen, and phosphate phosphorus accounted for the large part of forms of phosphorus and nitrogen.

2.4 Conclusion

It showed that the effect of livestock has large impact on the water quality in Kasaoka Bay reclaimed land because nitrogen and phosphorus concentrations were high in the livestock area. It was need to analyze of pollution sources in detail and to take effective measures for water quality conversation rapidly.

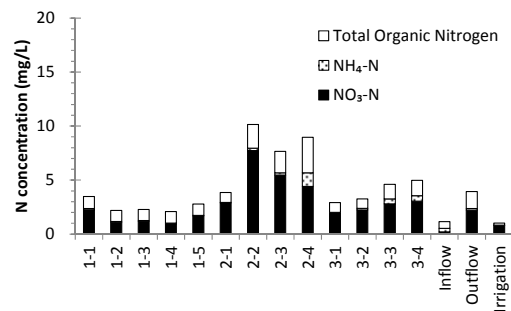


Fig.1. N concentration at each point

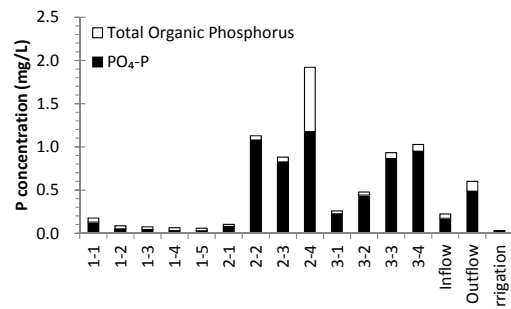


Fig.2. P concentration at each point

3. International level : Impact of agricultural activities and human

activities in Central Vietnam coastal areas to the water quality

3.1.1 Background and purpose

Water pollution is a concern by the modernization of agriculture and urbanization in developing countries. The purpose of this study is to determine the impact of human and agriculture activity on water quality in Hue city located in the coastal area of central Vietnam and discussing N and P sources of pollution by analyzing the surface and ground water.

3.1.2 Study area

The study area of surface water was the Huong river basin what is flowing down in Hue city to lagoon. The area was divided into upstream, city, downstream, agriculture, and lagoon.

3.1.3 Result

Both of N and P concentrations were higher in the order of city, agriculture, downstream, and upstream (figs. 3 and 4). City area was high especially, and it was over the Japanese environmental standard of lake (type V TN : 1.0 mg/L, TP : 0.1 mg/L). And then, in the city, Ammonium nitrogen was the biggest in the form of N. Ammonium N is unstable in general, so it translate to nitrate N. So, it translate to nitrate N. This account for the majority is considered that the pollution source was near the sampling sites.

3.1.4 Conclusion

Results showed high nitrogen and phosphorus concentrations in city and agricultural areas. It guessed a major cause in city was point source pollution from living water and sewage inflow. On the other hand, it in agricultural area was non-point source from fertilization of compost or chemical fertilizer in addition to point source pollution probably.

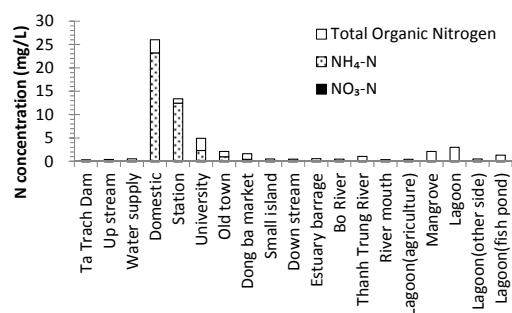


Fig. 3. N concentration at each point

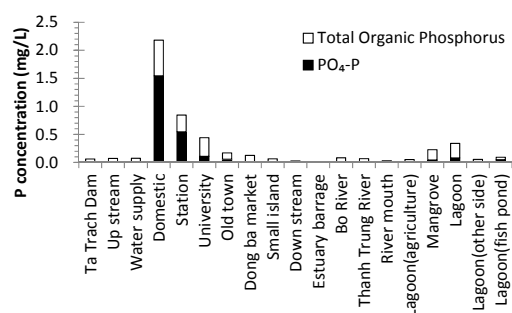


Fig. 4. P concentration at each point

3.2.1 Background and purpose

There were high N and P concentration in agricultural area from the section 3.1. So research was operated in Thunh Trung, which is one of agriculture areas located

in the Huong river basin.

Thunh Trung village tackle with the low chemical fertilizer and low agricultural chemicals (Safe production) vegetable production “Safe Vegetable”. This production is hoped decreasing environmental load, but that is just image and low study of environmental load or material flow. And that area has shallow of groundwater level and sand soil. So nutrients were possible to leach. The purpose of this research is to analyze the difference of the environmental load of N and P adapting safe V and conventional V.

3.2.2 Study area

Groundwater was sampled in the Thunh Trung area. Its sampling was from 5 safe V farms, from 7 conventional V farms, and from 4 conventional V farms out of Thung Trung.

3.2.3 Result

Fluctuations in the value was observed by each farmer in both the N and P concentration, but it showed a trend higher than the safe cultivation practices in cultivation (Fig. 5 and 6). Ammonium nitrogen and organic phosphorus accounted for the large parts of forms of phosphorus and nitrogen.

For the amount of fertilizing of N, each farmer fertilized difference amounts, but conventional V trended to fertilize much more than safe V (Figure 7). And no

trend about amount of P fertilizing (Figure 8).

It did not show the clear relationship between the amount of N and P fertilizing, and total N or P concentration in groundwater. There were farmers with high total N and P concentrations of groundwater regardless of low fertilizing. From this, it was suggested to exist another source, that was supposed its pollution source was living water or livestock waste.

3.2.4 Conclusion

There were high concentration areas of N and P. Their pollution sources were supposed to be living water or livestock waste. In the future, it was needed to specify N, and P pollution sources using the techniques of stable isotope ratio, etc.

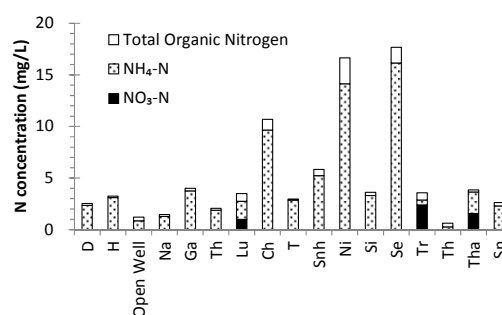


Fig. 5. Relationship of amount of N fertilizing and N concentration in the groundwater

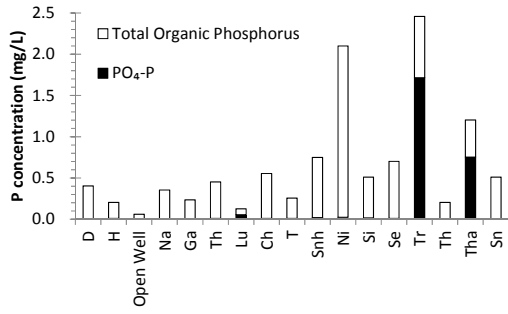


Fig. 6. Relationship of amount of N fertilizing and P concentration in the groundwater

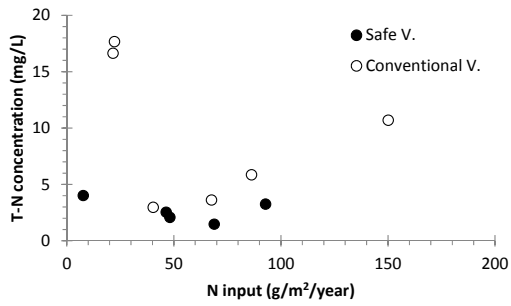


Fig. 7. Relationship of amount of N fertilizing and P concentration in the groundwater

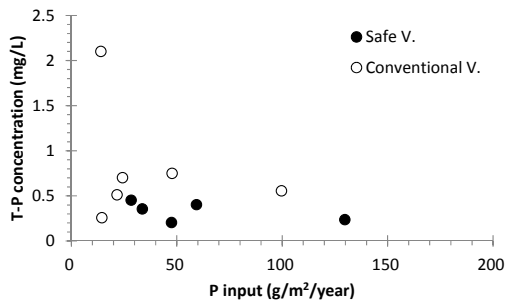


Fig. 8. Relationship of amount of N fertilizing and P concentration in the groundwater

プロジェクト実習成果概要報告

環境生命科学研究科生物生産科学専攻

植物機能開発学講座 森永邦久

受講学生：村瀬拓也（M1）

実習課題：気象および環境条件の違いによる果樹の生産性と品質への影響の解析

（英文課題名：Analysis of the Environmental Impacts on the Productivity and Quality of Fruit Tree）

1. 目的

果樹の中でもブドウの‘ピオーネ’などは高品質で知られているが、年により着色が斑状になって商品価値を低下させる生理障害が問題となることがある。こうした障害の発生は気温などの環境要因によって異なっていることが予測される。また、果実の生産も気温、降雨などの環境条件により、栽培方法が異なり、生産量の違いとなって現れると考えられる。

本プロジェクトでは果樹の中でもブドウを対象として、学内、国内において気象条件と果実の品質や着色の障害の発生の関係を解析するとともに、海外においては特に生産力および栽培技術と環境要因との関連を解析することを目的とした。

2. 学内実習【ブドウにおける着色障害の発生程度の品種比較および気象条件との関連の解析】

果樹の中で岡山県特産のブドウ‘ピオーネ’、ならびに‘オーロラブラック’などは高い品質と優れた外観で知られ、農家に高収益をもたらしているが、品種本来の果粒の着色が斑状に不良になる生理障害が発生する場合が生じている。学内実習では学内の圃場（農学部附属フィールドサイエンスセンタ、FSC）において、4月から8月までの期間、気温および降雨量、土壌水分などの環境条件の経時的計測、ならびに収穫時期（8月）における着色障害の発生率および発生程度の品種間の比較を行わせ環境要因との関連の解析を指導した。

3. 地域実習【環境条件の異なる地域における着色障害の発生および品質の比較と気象条件との関連の解析】

岡山県北部地域（真庭市）、中部地域（吉備中央町）および南部地域（岡山市・岡山大学 FSC）において、8月にブドウ‘ピオーネ’、ならびに‘オーロラブラック’の着色障害について、地域による発生の差異を検討させた。また、3地域の温度、降水量および土壌水分を経時的に計測させ、地域による障害の発生の違いを環境要因の点から解析を行わせた。

4. 海外実習【インドネシアにおけるブドウの生産力の違いと栽培方法の調査および気象条件との関連の解析】

インドネシアのような熱帯地方ではブドウの収穫は通常年間2回以上が可能であり、わが国のような温帯地方とは生産性が異なっていると考えられる。本実習ではインドネシアと日本における気温等の環境条件の違いがブドウの生産性ならびに品質に与える影響を解析する。

インドネシアジャワ島東部（プロボリングおよびマラン地域）において、両地域の現地の研究者と交流して栽培の多い主要なブドウ品種についてその栽培方法ならびに年間収量、気温、降水

量などについて聞き取り調査を行うとともに、品質についての消費者ニーズや管理の方法、着色障害の発生などについて意見交換を行った。わせた。また、収穫前のブドウの糖度と酸含量を計測した。

実習期間と主な内容

9月21日(土)～9月27日(金)

9月22日(日)～23日(月)

Torunojoyo 大学 (Madura 地域) において調査内容打ち合わせと研究交流会

9月24日(火) Probollingo 地域におけるブドウ現地調査および聞き取り調査

9月25日(水)～26日(木)

Malang 地域における果樹園 (ブドウ、カンキツ、リンゴ) の現地調査および聞き取り調査

5. 全体を通して

国内の果樹生産においては外観も含めて果樹の品質は収益性を左右する重要な要因であり、近年の温暖化や気候変動によって、さまざまな障害があらわれている実態を品種による違い、地域による違いを学ぶことができたと考えられる。また、着色の斑状の障害は品種によって発生の程度が異なることから、気温感受性が品種によって違いがあることがうかがえた。さらに国内実習を通じて、こうした着色障害の発生は温度だけでは説明ができない要因も介在し、栄養生理的な側面の解析も必要であることを学ぶことができたと思われる。

海外実習では国内と異なる環境条件に応じた栽培方法、栽培技術が開発されており同じブドウでもその生産力が異なることを学び、地域の環境条件を活用した栽培方法の発展によって生産性を高めることのできる可能性をうかがい知ることができるなど、貴重な経験を得ることができたものと考えられる。



左：ブドウ栽培園の様子、右：生育中のブドウ果実 (Probollingo 地域)

プロジェクト実習成果報告

環境条件の違いが果樹の生産性および品質に及ぼす影響の解析

環境生命科学研究科 生物生産科学専攻

48425513 村瀬 拓也

1. 背景および目的

果樹の生産性および品質は温度、降水量、土壌状態のような環境条件に大きな影響を受ける。岡山県の主要果樹であるブドウにおいても環境条件が生産性および品質に影響を及ぼすことは知られている。そこで、本プロジェクトでは「環境条件の違いが果樹の生産性および品質に及ぼす影響の解析」を行った。

学内・地域レベルでは、近年岡山県内の着色タイプのブドウにおいて問題となっている果皮の斑状着色障害（図2）に注目し、環境条件と品質の関係を調査することで着色障害の原因を分析した。国際レベルでは熱帯気候であるインドネシアと温暖気候である日本において環境条件と生産性に注目し、気候の違いが生産性にどのように影響するか調査した。

2. 学内レベル

2.1 方法

岡山大学附属山陽圏フィールド科学センター（FSC）に栽植の‘ピオーネ’および‘オーロラブラック’を用いて果実品質を調査した。気象データはFSCにおける気温および降水量を開花から収穫までの5ヶ月間調査した。

2.2 結果・まとめ

気象変化の調査結果は図1に示した。気温の変化は果実生育期である7月～8月の日最高気温で平年よりも有意に高い気温が観察された。また、降水量においては6月に有意に高い降雨量が観察された。

果実品質の結果は表1に示した。着色障害の程度による糖度や酸度のような果実品質の違いは観察されなかった。しかし、着色障害発生率についてはブドウ品種によって違いが観察された。FSCにおいては‘オーロラブラック’で有意に着色障害果実が観察された。これらの結果から、本プロジェクトで注目している着色障害に影響を及ぼす品種によって障害の発生が異なっていることが考えられた。

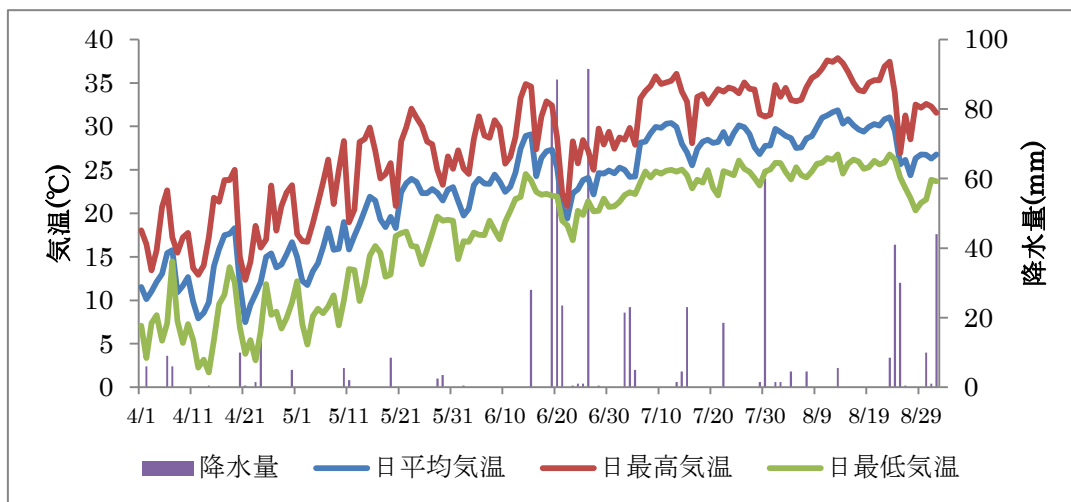


図.1 FSC における気温および降水量の変化

表.1 FSCにおける果実品質の比較

品種	果房重 (g)	障害発生率 (%)	糖度 (°Brix)			滴定酸含量 (g・100mL ⁻¹)		
			0 ^x	1	2	0 ^x	1	2
オーロラブラック	631	51.8	20.1	20.5	20	0.478	0.457	0.473
ピオーネ	607	0.7	18.4	18.1	— ^y	0.508	—	—

y: データ無し

x: 着色障害程度



図 2 斑状の着色障害 (FSC, ‘オーロラブラック’)

3. 地域レベル

3.1 方法

岡山県内の3地域（北部、中部、南部）の‘ピオーネ’および‘オーロラブラック’を用いて比較調査した。北部は岡山県真庭市蒜山、中部は岡山県吉備中央町、南部は岡山市岡山大学FSCでそれぞれ果実品質、着色障害および気温、降水量を調査した。

3.2 結果・まとめ

3地域の気温変化の調査結果を図3に示した。北部地域の蒜山で最も低い平均気温、南部地域のFSCで最も高い平均気温が観察された。FSCの5ヶ月間の平均気温は蒜山、吉備中央町と比較してそれぞれ4.7℃、1.4℃高かった。

3地域の月別降水量の結果は図4に示した。6月を除くすべての月で北部の蒜山において最も降水量が高かった。

果実品質の結果は表2に示した。3地域による糖度や酸度のような果実品質の有意な差は観察されなかった。しかし、着色障害については3地域で有意な差が観察された。‘オーロラブラック’では南部地域のFSCで有意に高い着色障害発生率が観察されたが、他の地域では着色障害は観察されなかった。この結果から‘オーロラブラック’では高温が着色障害に影響を及ぼしていることが考えられる。

一方、‘ピオーネ’では吉備中央町で最も高い着色障害発生率が観察された。この結果から着色障害の影響は品種に依存しており、‘ピオーネ’では環境条件だけでなく、栄養生理や微量成分などの要因が関係しているのではないかと考えられ、今後は環境面と同時に解析が必要と考えられる。

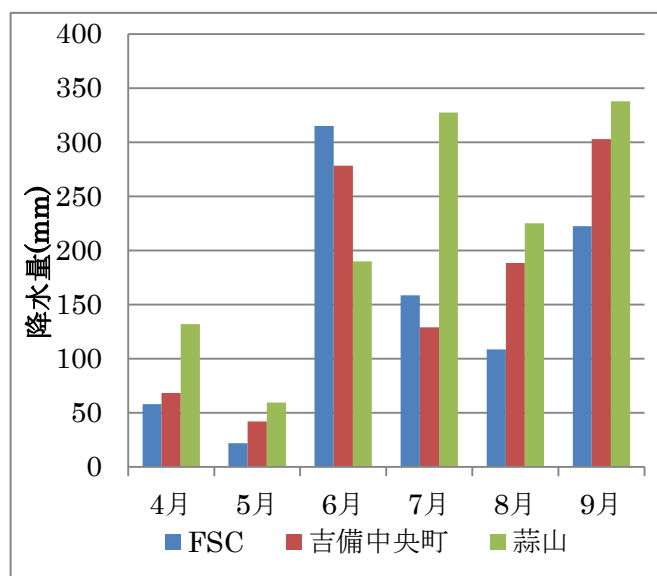


図3 岡山県3地域における平均気温の変化

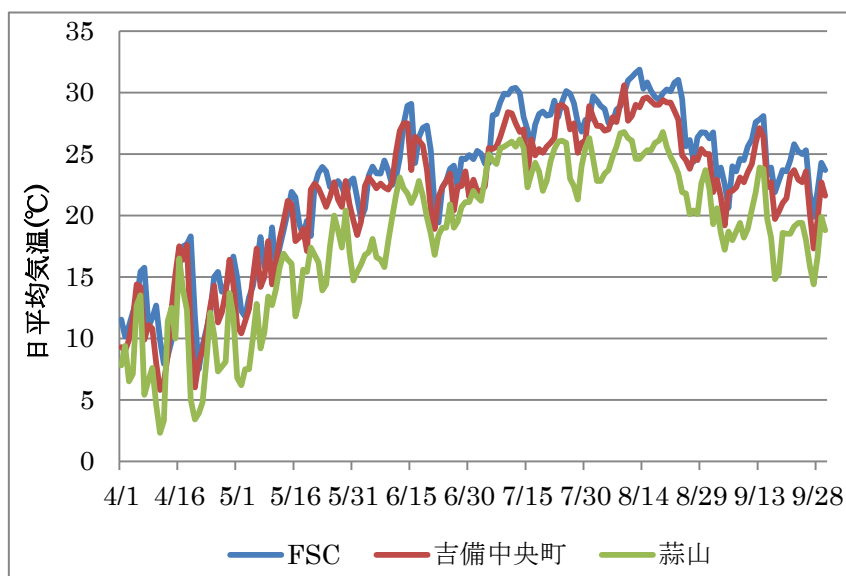


図4 岡山県3地域における月別降水量の変化

表.2 岡山県3地域の果実品質の比較

品種	地域	果房重	着色障害発生率	糖度	滴定酸含量
		(g)	(%)	(° Brix)	(g·100mL ⁻¹)
オーロラブラック	FSC	578	51.8	20.1	0.47
	吉備中央町	833	0	17.4	0.47
	蒜山	554	0	19.2	0.54
ピオーネ	FSC	606	0.7	18.6	0.5
	吉備中央町	552	86.1	17.7	0.57
	蒜山	567	0	17.6	0.64

4. 国際レベル

4.1 方法

インドネシアのジャワ島東部に位置する Probolinggo と Malang (図5) の果樹研究所へ行き、インドネシアのブドウ栽培法およびブドウ収量、品質、インドネシアの気候などを聞き取り調査した。また、果樹研究所に栽植されているブドウを用いて糖度および pH の測定を行った。

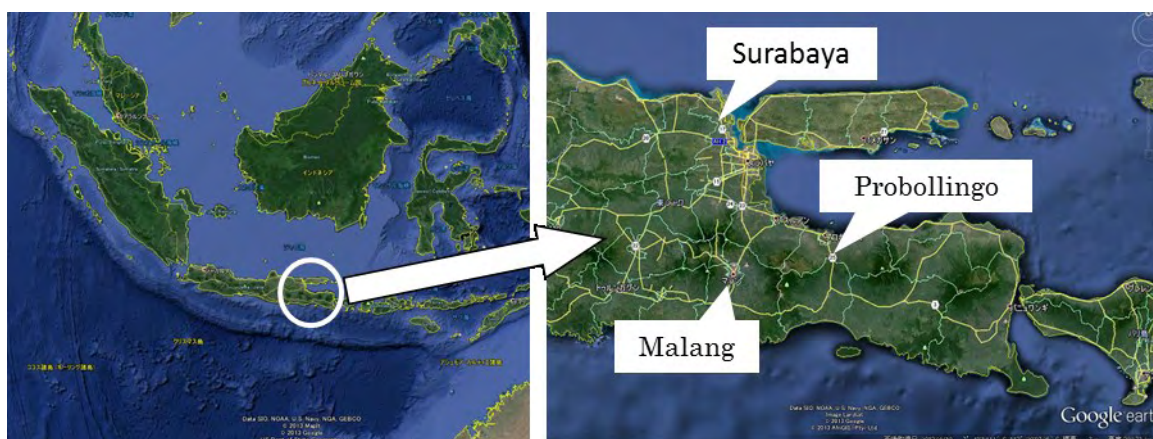


図5 インドネシアジャワ島東部(左)と調査地域 (Probolingo および Malang)

日程は次のようであった。

9月22日(日)～23日(月)：

Torunojoyo 大学 (Madura 地域) において調査内容打ち合わせと研究交流会

9月24日(火)

Probolingo 地域におけるブドウ現地調査および聞き取り調査

9月25日(水)～26日(木)

Malang 地域における果樹園 (ブドウ、カンキツ、リンゴ) の現地調査、聞き取り調査

4.2 結果・まとめ

調査の結果から得られたインドネシアの気温変化を図6に、またブドウ収量および品質を表3と表4に示した。表3からインドネシアのブドウ収量は年によるバラつきが大きいものの、収量の高い年では日本の倍以上収穫される場合もあり、単位面積当たり平均年間総収量は日本より高いことがわかった。その理由として、日本では冬季に低温となるために、露地ブドウ栽培では一作が行われているが、熱帯気候であるインドネシアでは図6からも分かるように一年を通して常に気温が高く、こうした環境において二期作が可能であり、一般的に行われているものと考えられる(図7)。

こうしたことから、インドネシアの環境においては日本より高い生産ポテンシャルを持っていることがわかった。ブドウの栽培に適していることが高い生産ポテンシャルに影響していると考えられた。

表4におけるブドウの品質をみると、インドネシアのブドウは概して日本より劣っていることがわかった。しかし、収量の高いポテンシャルからもわかるようにインドネシアではブドウに適した環境条件であるが今後は収量だけでなく品質の向上も重要と考えられる。とくに、酸度などの品質に関しては現在では全く考慮されていなかったの

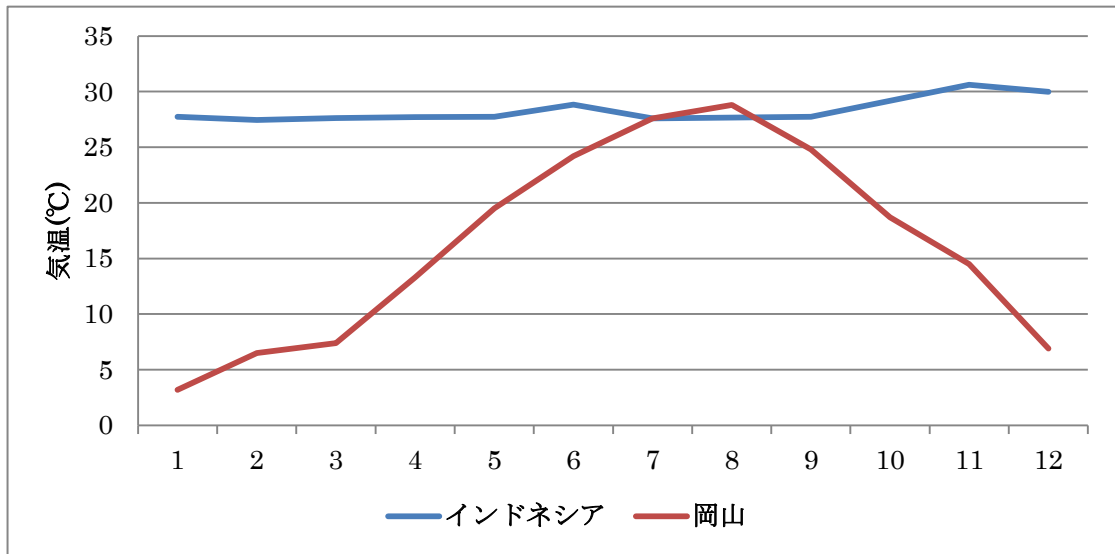


図6 岡山とインドネシアの平均気温の比較

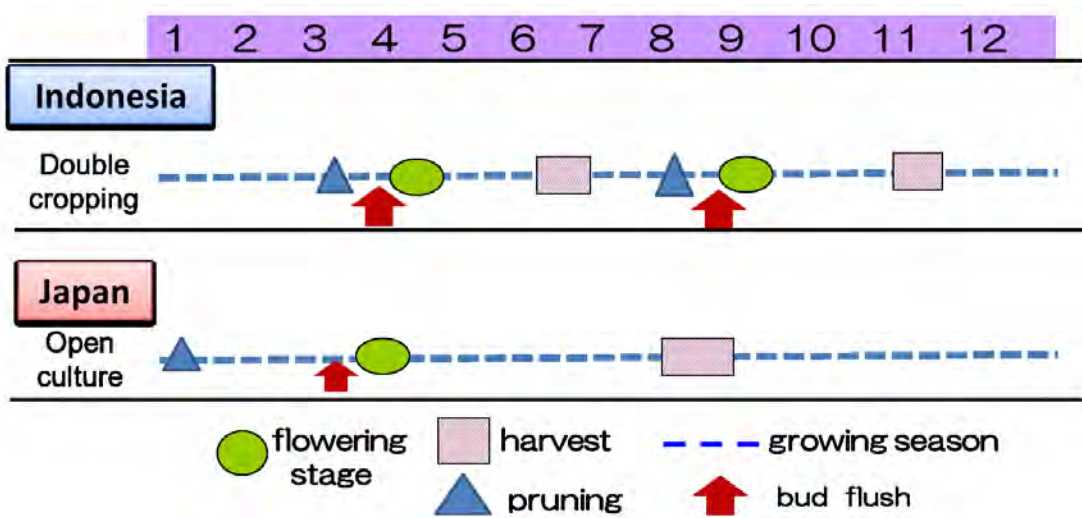


図7 インドネシアにおけるブドウ二期作および日本の栽培の生育時期

で、これからは酸度などを含めた品質の制御に関する研究も必要とされるだろう。また、熱帯地域での好適な環境を活用して、これからの生産性をあげるためには、いくつかの要因が重要と思われ、特に熱帯地方に適した施肥を含む栽培管理法の確立や高温耐性品種や病害虫耐性品種といった熱帯地域に適した品種の選択なども不可欠と考えられた。

表.3 日本とインドネシアのブドウ収量の比較

	日本		インドネシア	
	デラウエア	ピオーネ	Red prince	MS 23-7
年間収量 /10a(kg)	1080	1260	1800	1200

表.4 日本とインドネシアのブドウ品質の比較

	品種	用途	果房重	糖度	低定酸含量
			(g)	(° Brix)	(g · 100mL ⁻¹)
日本	ピオーネ	生食	600	18.5	0.5
	デラウエア		150~200	18~	0.5~0.4
	マスカット		600	17~	0.4
インドネシア	Cardinal	生食	295	12.8	— ^y
	Red Prince		388.5	20	—
	Belgie		300.8	15.3	—

y: データ無し

5. 感想

本プロジェクト実習を行ったことで岡山県内のブドウ栽培だけでなく、全く気候の違うインドネシアのブドウ栽培についても学ぶことができ、とても貴重な経験となった。インドネシアでは農業に関する資料があまり保管や公表されておらず、直接インタビューすることでしか情報を得ることができなかった。英語圏でないインドネシアで英語を得意としない私が意見交換をすることは大変ではあったが、先生の協力もあり何とか実習をやり遂げられたことは大きな自信となった。

本実習を通して、今後はよりグローバルな視点を持って、国内だけでなく海外でも活躍していける人材になりたいと感じた。しかし、そのためには自分の英語能力を見直す必要があると痛感した。

最後にこのような貴重な機会を与えてくださった森永先生ならびにプロジェクト実習の関係者の皆様およびインドネシアで対応いただいた Trunojoyo 大学エコ先生に深く感謝致します。



図8 ブドウ園の調査風景と研究所スタッフ

Analysis of the Environmental Impacts on the Productivity and Quality of Fruit Tree

Graduate School of Environmental and Life Science,
Okayama University
Takuya MURASE

Purpose of this project

Quality and yields characteristics such as the coloration are different in the fruit trees such as grapes by a year and the weather by the area and an environmental difference.

I analyze the difference in weather and environment condition in Okayama University, an area and the abroad and the connection with quality (including the fruit disorder outbreak) and the yield of the fruit tree in this project.

Outlines of this project

Climate and environment condition such as temperature, precipitation and soil are important factors to affect productivity and quality of fruit tree. Therefore, we focused the effect of environmental factors on quality such as sugar and acid contents in fruit, particularly on coloration disorder of grape berries skin in campus and regional level, in addition, on yield in international level in Indonesia.

- 1) Campus level: FSC in Okayama University Analysis of the relationship between the climate condition and fruit quality of the grapes.
- 2) Regional level: Three regions of Okayama prefecture Analysis of the effect of the environmental differences on physiological disorder and fruit quality of grapes.
- 3) International level: Indonesia: Analysis of the effect of the tropical environment on the productivity and quality of grapes.

Results and Discussion

3-1. Campus level:

Quality analysis of grapes coloration (coloration disorder), sugar and acid contents in two leading grape varieties, 'Pione' and 'Aurora Black', and precipitation and temperature in Field Science Center (FSC), Okayama University during five months are analyzed. I had research on the relation between fruit quality and environmental condition mainly on the coloration disorder of the grape. Coloration disorder of grape skin was significantly observed in 'Aurora black' in Okayama University.

3-2. Regional level:

Comparison of the coloration disorder, fruit quality of 'Pione' and 'Aurora Black', and environmental conditions in three different regions of Okayama Pref. (North region: Maniwa city, Hiruzen, Central region: Kibichuo town and South region: Okayama city (FSC) were conducted. Coloration disorder was significantly observed in 'Pione' of the central region. This indicated that not only temperature but also micro element may affect the disorder. The incidence rate of coloration disorder of 'Aurora black' was lower in the northern and central area than that in the other regions probably due to lower temperature during growth season.

3-3) International level:

I analyzed the effect of the tropical environment on the productivity and quality of grapes, and mainly checked sugar and acid content of major Indonesian varieties, in addition, grape productivity and cultivation methods in Probolinggo and Malang regions.

I found that the grape yield had more Indonesia by double cropping than Japan. Fruit quality was inferior to Japan. The productivity potential seems to be higher in Indonesia than that in Japan. In Indonesia, fruit quality improvement will be important in future.

The total grape yield per year in Indonesia is higher than that in Japan because of double cropping, and the productivity potential in Indonesia seems to be higher than that in temperate region such as Japan.

Impressions and What I learned from this project

It is considered that environmental conditions affect the fruit quality, especially high temperature may bring coloration disorder of grapes. However, its sensibility depends on varieties.

It is necessary to analyze the influence except the environment aspect on coloration disorder in grape. Besides, it is estimated that tropical areas with high temperature such as Indonesia have higher potential of fruit productivity than that in Japan.

In future, higher adapted and tailored cultivation methods and varieties should be required to take advantage of the environment in the tropical areas.

中国・上海の交通環境負荷削減を考える

岡山大学大学院環境生命科学研究科

助教 氏原 岳人

教授 阿部 宏史

1. 概要

中国の二酸化炭素排出量（CO₂）は、世界の約 4 分の 1 を占めており、世界最大の CO₂ 排出国である。また近年でも増加傾向にあつて、中国の CO₂ 排出量の削減は喫緊の課題となっている。本プロジェクトでは中国最大規模の都市、上海における交通起因の CO₂ 排出に焦点をあてた。学内レベルでは、1)上海の交通事情に関する文献調査を実施するとともに、地域レベルでは、2)上海に類似した人口規模である東京、大阪の交通実態を把握するための視察を行った。国際レベルでは、3)上海居住者を対象としたライフスタイル調査に基づいて、交通行動に伴う CO₂ 排出量を計測するとともに、現地の研究者らとともに現地調査を実施した。

2. 学内レベル【上海の交通事情に関する文献調査及びデータ解析能力の修得】

(2013 年 4 月～11 月)

- ・複数の文献調査に基づいて、上海の都市構造や交通システムの変遷を把握する。
(4 月～7 月)
- ・各種統計解析ソフトや GIS（地理情報システム）ソフトのスキルを修得する。
(7 月～11 月)

3. 地域レベル【わが国の大都市圏の都市構造や交通システムの現地視察】(2013 年 11 月)

学内実習の結果を参考にして、中国・上海との比較事例として東京・大阪を選定し、交通ネットワークや各種公共交通に関する視察を行った。これにより、1)中国・上海と日本の大都市との交通上の変遷の相違点を明らかにした。さらに、2)国際レベルで実施した上海の交通起因 CO₂ 排出量の削減に向けたわが国の諸政策の移転可能性についても検討した。

大阪視察：2013 年 11 月 2 日～4 日（2 日、現地調査、3 日～4 日、土木計画学研究発表会）

東京視察：2013 年 11 月 24 日～27 日（24 日、現地調査、25 日～27 日、GIS 講習会）

4. 国際レベル【上海市民の交通行動に伴う CO₂ 排出量の計測及び現地調査】

(2013 年 4 月～12 月)

1)昨年度実施した上海市民のライフスタイル調査に基づき、交通起因 CO₂ 排出量を測定した。2)交通起因 CO₂ 排出量と個人属性及び、都市構造（施設配置、道路ネットワーク、公共交通整備）との関連性を検証した。また、現地調査では、3)交通起因 CO₂ 排出量の高い地域など複数地区を視察することによって、机上の数値計算のみでは把握できなかった諸要因を抽出した。さらに、上海・同済大学の李教授や王教授、馬研究員らとともに、上海の都市計画や交通計画上の課題について検討した。

実施時期：2013 年 9 月 12 日～14 日

実習場所：上海市 CBD、郊外（Caohejing Hi-Tech Park、Songjiang Thames Town）

講師（対応者）：上海・同済大学 王徳教授、李建華教授

プロジェクト実習成果報告
中国・上海の交通環境負荷削減を考える

環境生命科学研究科 資源循環学専攻
48425313 吉原沙也佳

1. 背景と目的

中国は、1990年代からの急激な経済成長に伴い環境への負荷も増大し続けており、また上海市などの大都市部では、急速な都市化やモータリゼーションの進展に伴い、交通起因の環境負荷も増加している。しかし、こういった交通環境負荷に対する個人レベルでの課題に言及した研究などはほとんど見られない。

したがって、上海の交通に関する文献調査や、日本の都市との比較、上海居住者を対象としたアンケート調査などを実施し、中国上海居住者の個人レベルでの交通環境負荷削減のための課題を抽出する。

2. 学内レベル

まず学内レベルでは、統計書などを元に上海の交通に関する文献調査を行った。その結果を図-1～図-6に示す。

中国のCO₂排出量(図-1)は年々増加し、2007年にはアメリカを抜いて世界最大のCO₂排出国となった。上海の人口、平均所得(図-2,3)は年々急激に増加しており、今後も増加し続けると予測されている。また、上海の自家用車と二輪車の保有台数の推移を見てみると、自家用車が1990年ごろから約12倍増加しているのに対し、二輪車の増加はここ最近緩やかとなっている。そして、上海の道路延長距離の推移と、鉄道延長距離の推移を見てみると、道路延長距離は1990年ごろから年々増加し続けているのに対し、鉄道延長距離は、ここ最近になって急激に増加し始めている。

続いて、上海の公共交通に関する歴史を表-1に示す。これまでバスと路面電車が主流な都市内の

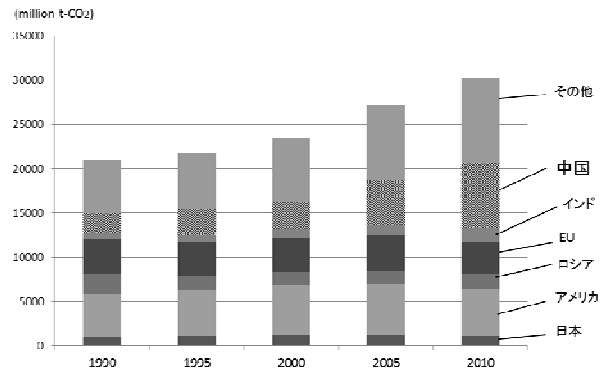


図-1 世界各国のCO₂排出量の推移 (IEA CO₂ Emissions from Fuel Combustion より作成)

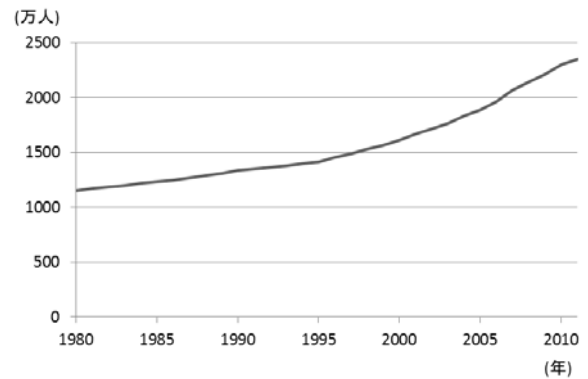


図-2 上海の人口の推移 (上海統計年鑑より作成)

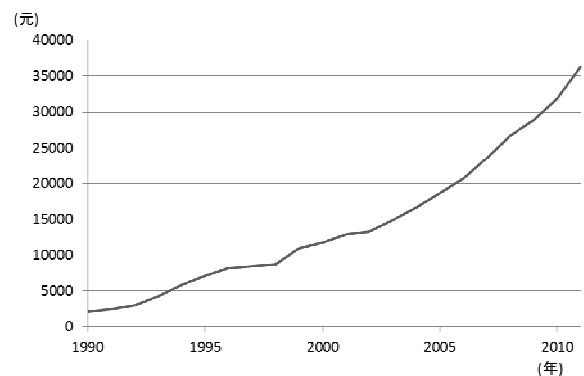


図-3 上海の平均所得の推移 (上海統計年鑑より作成)

移動手段であったが、1995年に地下鉄1号線が運行開始し、その後、2000年に2号線、3号線と続き、現在まで11号線まで開通し、現在上海の都市交通の大部分を担う公共交通手段となった、2010年には地下鉄のキロ数がロンドン抜いて世界一となり、今後もさらに増設予定である。

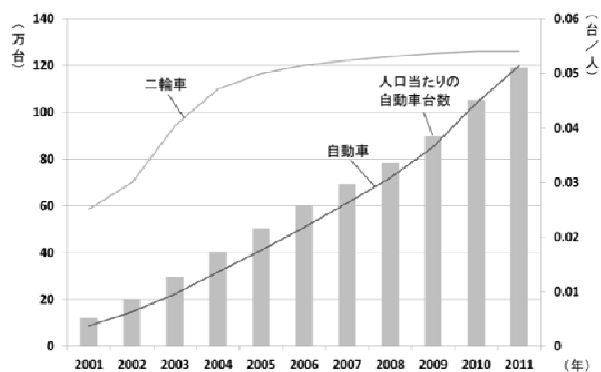


図-4 個人の自動車・二輪車の保有台数推移 (上海統計年鑑より作成)

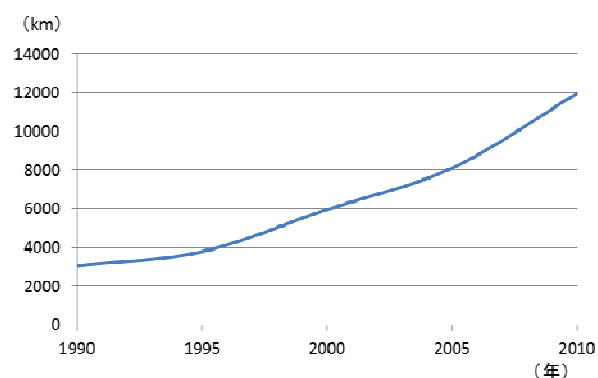


図-5 上海の道路延長距離の推移 (上海統計年鑑より作成)

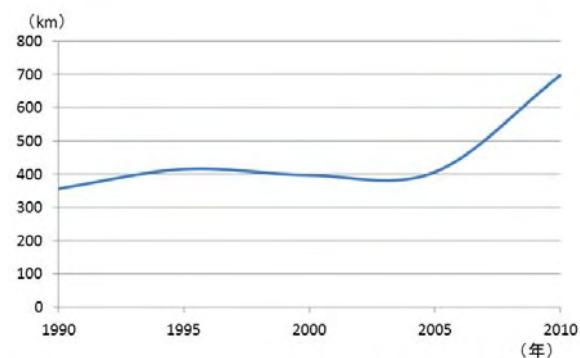


図-6 上海の鉄道延長距離の推移 (上海統計年鑑より作成)

3. 地域レベル

地域レベルでは、上海と同じ大都市である、東京と大阪を対象とした。東京は人口が1323万人で、面積は2,188km²であり、大阪は人口が886万3千人、面積は1,899km²である。どちらも上海より大幅に人口は少ないが、人口密度は高くなっている。

東京と大阪の公共交通の歴史を表-2に示す。特徴としては、上海と比較して鉄道や地下鉄等の公共交通機関が整備されるのが早かったということが挙げられる。1932年の時点で既に、東京都心の国鉄の路線網がほぼ現在の形に完成していたという点に着目したい。上海と異なり、鉄道などの公共交通機関が発展した後に、モータリゼーションの進展が始まったことに着目したい。

また、実際に東京や大阪の現在の地下鉄等の様子を調査してきた様子を、図7,8に示す。

表-1 上海の公共交通の歴史

年	出来事
1876	中国初吳淞鉄道、全線(14.5km)が開通
1908	上海最初の路面電車営業運転開始
1914	トロリーバス(無軌条電車)開業
1924	本格的なバス事業営業開始
1960~1975	路面電車の撤去開始~終了
1997	地下鉄1号線全線運行開始
2003	上海リニア運行開始
2010	LRT開業 地下鉄のキロ数世界一に

表-2 東京・大阪の公共交通の歴史

年	出来事
1872	東京の鉄道運行開始(新橋~横浜)
1874	大阪の鉄道運行開始(大阪~神戸)
1903	初の路面電車運行開始(品川~新橋)
1919	東京で初のバス運行開始
1927	東京で地下鉄運行開始(浅草~上野)
1930	特急「燕」運行開始
1932	都心の国鉄の路線網がほぼ完成する
1933	大阪で鉄道運行開始(梅田~心斎橋)
1964	モノレール運行開始 東海道新幹線開通
1987	JRが誕生



図-7 上野駅の様子（東京）



図-8 心斎橋駅の様子（大阪）

表-3 ライフスタイル調査の概要

調査方法	WEB調査
調査実施日	2012年11月
調査対象	上海市に住む20代～60代男女
調査内容	【問1】個人属性 【問2】食料・紙・エネルギー消費、交通面に関する内容
回収サンプル数	400サンプル

4. 国際レベル

4.1 アンケート調査の概要

国際レベルではまず、上海居住者を対象としてアンケート調査を行った。その調査の概要を表-3に示す。調査項目は、アンケート回答者の個人属性（職業や年収、居住形態など）や交通行動に関する項目（移動手段、目的、ガソリン購入量など）から構成されている。回収サンプル数は400サンプルである。

このアンケート調査結果に基づいて、個人の交

通に伴うCO₂排出量を算出する。

4.2 個人の交通行動に伴うCO₂排出量の算出

今回は、交通部門のCO₂排出量の中でも、私的交通である自家用車とバイクの使用によって発生するCO₂排出量を対象とする。アンケート調査結果より得られた「個人のガソリンの消費量」を元に、自家用車とガソリン式バイクによるCO₂排出量を算出した。電動バイクによる電気使用量については、特定が困難であったため、「使用距離」と「使用頻度」に基づき、電動バイクによるCO₂排出量を算出した。さらに、データ上、明らかな異常値と判断されるデータについては除外している。

$$C_t = \sum_{i=1}^2 C_{ti} \quad (1)$$

C_t : 個人のCO₂排出量($t\text{-CO}_2$)

$$C_{t1} = F_g \cdot r_g \quad (2)$$

C_{t1} : ガソリンの消費によって発生するCO₂排出量($t\text{-CO}_2$)

F_g : ガソリンの消費量(ℓ)

r_g : ガソリンの燃焼に伴うCO₂排出原単位($t\text{-CO}_2/\ell$)

$$F_t = D/d_t \quad (3)$$

F_t : 電動バイクの使用による電気の消費量(kWh)

D : 電動バイクの使用距離(km)

d_t : 電動バイクの燃費平均(km/kWh)

$$C_{t2} = F_t \cdot r_w \quad (4)$$

C_{t2} : 電動バイクの使用によって発生するCO₂排出量($t\text{-CO}_2$)

r_w : 電気のCO₂換算係数 ($t\text{-CO}_2/kWh$)

表-4 CO₂排出量算出結果

サンプル数	367
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /年/人)	1.69

以上の式を用いて、個人の交通行動に伴う年間CO₂排出量を算出した結果を、表-4に示す。

内訳を見てみると、個人のガソリンの使用によって発生するCO₂排出量の平均値は1.69(t-CO₂)、電動バイクの使用によって発生するCO₂排出量の平均値が0.0056(t-CO₂)であり、大部分をガソリンの使用によるCO₂排出量が占めていることになる。また、自家用車を所有している居住者が216人なのに対し、ガソリン式バイクを所有している居住者は6人であった。すなわち、今回のガソリン用途のほとんどが自家用車であると考えられ、個人の交通行動に伴うCO₂排出量は自家用車の利用に大きく依存していることになる。

4.3 属性別のCO₂排出量

算出したCO₂排出量の結果をもとに、個人属性、世帯人数、年収、居住特別にCO₂排出量の平均値を算出した結果を、図-9に示す。

正規性の検定により、それぞれの指標別にCO₂排出量の分布を見た結果、正規分布ではないことが判明したため、指標ごとにノンパラメトリック検定を行った。その結果、年齢では30代のCO₂排出量が最も多く、60歳以上の約3.2倍に及ぶ。また、職業従事者は非職業従事者の約4.1倍大きい。所得の大きい人ほどCO₂排出量が大きくなる傾向があるが、これは所得の大きい人ほど自家用車を保有しているためである。また、上海中心部の居住者の方が、郊外居住者と比較してCO₂排出量が多い。

4.4 交通行動に伴うCO₂排出量の要因分析

上海市民の交通行動に伴うCO₂排出量が自家用車の利用に大きく依存していることが明らかとなった。よって今回の分析では、自宅に自家用車を所有する居住者で、かつ個人・世帯年収を把握できた212サンプルを対象に、数量化I類分析によ

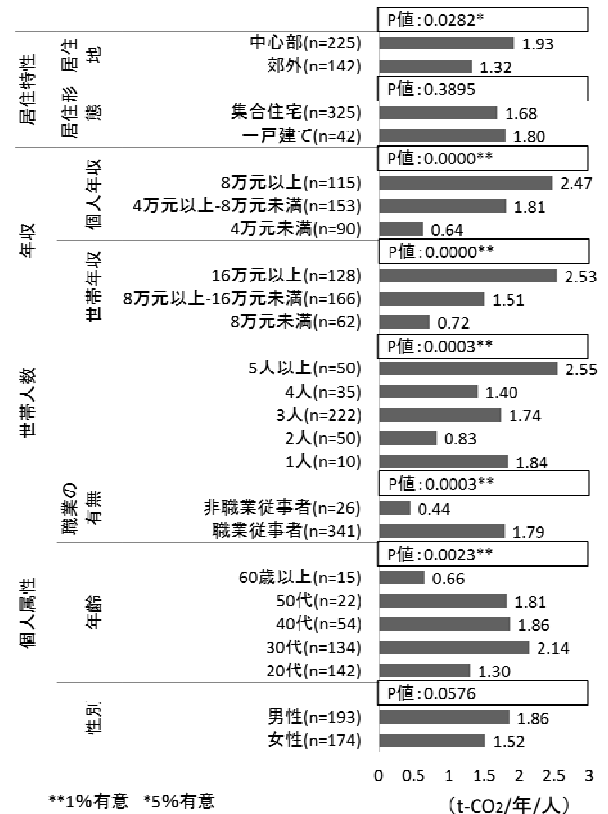


図-9 各指標のCO₂排出量

てCO₂排出量の要因分析を行った。

説明変数として、前の分析でも用いた個人属性や世帯属性、居住地に加えて、公共交通・道路整備状況が与える影響を把握するため、「最寄り駅までの距離」、「道路密度」の指標を加えて分析を行った。また、移動目的によるCO₂排出量への影響の違いを把握するため、「目的別の代表交通手段」の指標を追加した。これらの説明変数を用いて数量化I類分析を行った結果を図-10に示す。

分析の結果、移動目的の「通勤・通学」の偏相関係数が最も高いことが明らかになった。つまり、通勤・通学における公共交通機関の利用の有無が、交通行動に伴うCO₂排出量に最も影響を及ぼしている。また、同じ公共交通機関の利用でも、目的によってCO₂排出量の影響度合いに差異が見られ、買い物(買回り品)の影響が最も低いことが示されている。次に、偏相関係数が高い「最寄駅までの距離」は、200m未満の居住者ではCO₂排出量にマイナスの大きな影響を与える一方で、それ以

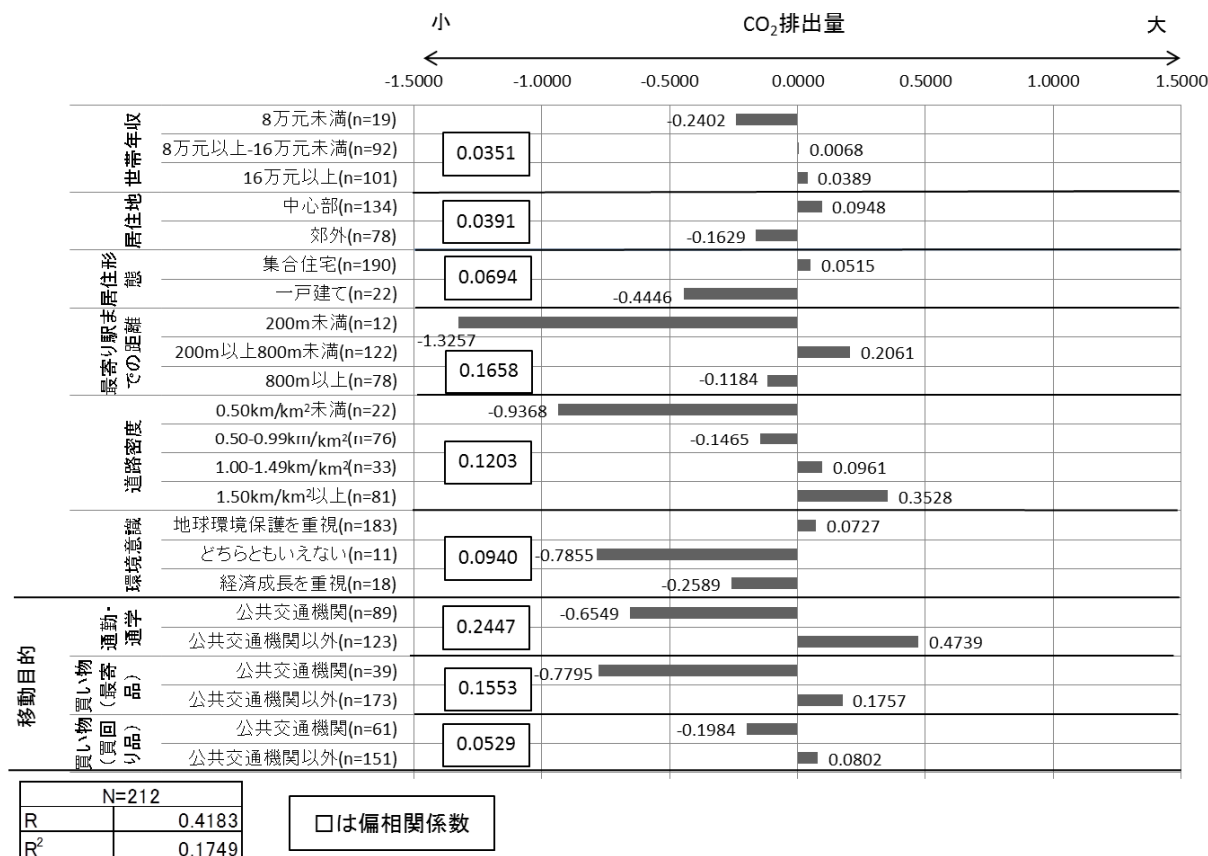


図-10 交通行動に伴う CO₂ 排出量の数量化 I 類分析による要因モデル

上の距離になるとほとんど影響がないことが読み取れる。「道路密度」の影響も大きく、道路密度が高くなるほど CO₂ 排出量が増加する傾向にある。その一方で、前の分析で関連性の強かった世帯年収は、このモデルの中では強い影響を与えていない。この理由として、今回対象としているのは自家用車を所有している人のみであり、所得の差による自家用車の所有有無が影響しないためだと推測される。言い換えれば、世帯年収は、自家用車の所有自体に影響を与えているものの、自家用車の利用には大きな影響は与えていないことが示唆される。

4.5 現地調査

実際の上海の現状を知る為、2013年9月12～14日現地調査を行った。

まず、上海の地下鉄の様子を調査した。上海の地下鉄は、利用者が非常に多く、上海市民の重要

な足として機能していた。地下鉄自体のシステムは分かりやすく、料金も安く本数も多いため利用に不便という感覚はなかった。しかし、増加する利用人口に対して、供給が未だ追いついていないように感じた。

さらに、同済大学の建築都市計画学院博士課程の馬さんに、都心部から郊外の松江区まで伸びる地下鉄9号線の沿線開発状況について案内していただいた。今回視察したのは、徐家匯駅周辺、漕河ハイテクパーク、松江大学城駅周辺、松江テムズタウン、松江都市計画展示館である。徐家匯は、上海4大副都心の1つであり、10大商業中心地1つでもある、浦西地区の中心地である。その徐家匯の中心にある徐家匯駅は地下鉄1号線と9号線の駅であり、周辺には商業・オフィスビルが数多く立ち並んでいる。漕河ハイテクパークは、上海郊外の閔行区に2004年に国家経済技術開発区として建設された地区で、新素材、バイオメディカ

ル工学、航空宇宙など、コンピュータ、ソフトウェア、フォトニクススペースの情報産業の発展に焦点を当てるサービス産業と貿易企業が集積している。松江大学城は、上海郊外の松江区に位置する上海外国語大学や、上海対外貿易学院といった教育機関が集まった都市である。同じ形状をした高層マンションが立ち並んでいる。松江テムズタウンは、2006年に完成した、松江ニュータウンの南西部に位置する、面積1平方キロメートルの英国スタイルの町。レンガを基調とした建物や湖、美しい風景が味わえ、生活、観光、レジャー、その他様々な機能を持った松江地区の新しいランドマークとなっていた。松江都市計画展示館は、松江区の都市計画に関する資料や模型などが展示してある展示館。松江区の都市の歴史や、将来目指している都市の姿などを知ることが出来た。

その他にも、上海都市計画展示館や、上海トランスラピッド等、上海の都市計画や最新技術にも実際に触れてくる事が出来た。

5. まとめと考察

上海における個人の交通行動に伴うCO₂排出量は、年齢や職業、世帯人数、所得、居住地と有意な関連性があった。一方、最寄り駅までの距離とは200mより外側では、関連性がほとんどなかった。日本の場合で考えると、公共交通の整備が進んでいる中心部よりも郊外の方がCO₂排出量は多くなるが、上海では状況が違っていた。これは、東京や大阪などの日本の都市は、鉄道などの公共交通が整備される時期が早く、その後にモータリゼーションの進展により自家用車を利用する人が増加したのに対し、上海では、地下鉄等の公共交通が整備され始めるよりも先に、モータリゼーションが進展し自家用車利用者が増加し始めたため、自家用車を利用する習慣がついていた層は、公共交通が整備されてもその習慣を変えなかったことが推測され、これが今回の結果に影響を与えているものと考えられる。



図-11 上海の地下鉄車内の様子



図-12 松江大学城駅周辺の様子

現在上海では地下鉄の開発や路線の延長などの整備と同時に、沿線の開発も急激に進められていた。今後も益々、ハード面の整備が進められていくことが予測される。しかし、今回の調査・分析結果から、ただハード面の整備が進んだからと言って、自動車利用者が減り、CO₂排出量が減るとは言えないことが明らかとなった。一方、通勤・通学などの定期的な公共交通機関の利用は、CO₂排出量削減に効果があることも分かった。

したがって、今後上海の交通環境負荷を削減していくためには、現在自動車を利用している層を、公共交通機関の利用へと転換させる、行動変容施策のような、ソフト面からのアプローチが重要であるといえるだろう。

プロジェクト実習報告書

実習の成果・感想

環境生命科学研究所 資源循環学専攻

48425313 吉原沙也佳

今回、上海の交通環境負荷削減を考えるというテーマで、普段研究室で行う研究だけでは得られないような、多くの貴重な経験をさせて頂くことが出来た。

上海の文献調査では、慣れない中国語の読解やデータの不足等、色々と苦戦はしたが、行っているうちに資料検索のコツをつかみ、始めた当初よりも早く的確に行えるようになった。今までほとんど知らなかった中国・上海市という都市の実態をつかむことが出来た。

また、地域レベルにおいて日本の大都市の調査を行った際、日本の都市の交通に関しても自分自身知らなかったことが多いことに気がついた。自分が住んでいる国の都市交通の事情や歴史等をまず知り、上海との比較を行うことによって、上海の都市交通の特徴、日本の都市交通の特徴それぞれを明確にすることが出来たと思う。

さらに、国際レベルにおいて上海の居住者400人ものデータを取らせてもらったことは、非常に貴重な経験だった。分析を行ってみて一番驚いた結果が、居住地によるCO₂排出量の違いで、日本とは真逆の結果が出た点である。また、上海の現地調査に関しては、私自身、海外に行くのはこれが初めてであり、日本以外の都市を見たことが初めてであったため、今回の実習に関することはもちろん、それ以外の都市計画の面でも、非常に多くのことを学ぶことが出来た。上海市の中心部と郊外の様子についても、あまり様子が分からずどこかふわふわした心持であったが、実際に目で見ることによって、しっかりと考察を行うことが出来た。上海市は、私が予想していたよりも、先進的な都市であり、それこそ、日本の大都市と変わらないほどの発展ぶりであった。しかしこれはまだ発達段階であり、今後も益々上海の都市は発展していき、今以上の「先進都市」へと成長していくことは明白であった。しかし、住民の意識や行動に関しては、そうであるとは思えなかった。今後の地球上における本当の「先進都市」とは、高層ビルが並び高度な技術が集積した巨大都市のことではなく、そこに住む人々が地球環境を重んじた暮らしを営み、それを支える社会基盤のあるまち、これこそが今後の本当の「先進都市」だと私は思う。これは上海に限った話ではないが、都市は人がつくるものであり、そこに暮らす人々の「意識」や「行動」が変わらなければ、環境負荷削減というのは結局のところは成り立たない、これが今回のプロジェクト実習全体を通じて私が感じたことであった。

また、この実習では、英語を使う機会が多くあり、自分の英語力の低さを痛感した。上海の方は英語を話しておられたので、話せない自分が恥ずかしく感じた。この実習を通じて、今後英語を本気で話せるようになりたいとも思った。

最後に、この実習を通してお世話になった同済大学の王教授、李教授、馬さん、並びに貴重な機会を与えてくださった阿部先生、氏原先生に深く感謝いたします。

Reduction of traffic environmental load in Shanghai, China

Graduate School of Environmental and Life Science

48425313 Sayaka YOSHIHARA

1. Laboratory level

Target area in this course is Shanghai city in China. Shanghai is the most economically –development city in China. I carried out traffic-related bibliographic survey in Shanghai Fig.1 shows CO₂ emissions in the world. China became the largest CO₂ emissions country in 2010. Fig.2 shows population of Shanghai. Population of Shanghai has been increasing year by year. Fig.3 shows income of Shanghai. Income of Shanghai has been increasing year by year too. Fig.4 shows number of private cars and two-wheel vehicles. Number of private cars has been increasing but number of two-wheel

vehicles has not increased much recent years. Fig.5 shows road extension distance in Shanghai. Fig.6 shows rail extension distance in Shanghai. Road extension has been increasing since 1980. On the other hand, rail extension distance has increased rapidly in recent years.

Table 1 shows history of public transport in Shanghai. It is noteworthy that the subway opened in the very recent past as 1997 in Shanghai. Distance of subway in Shanghai has developed and became the longest distance in the world in 2010.

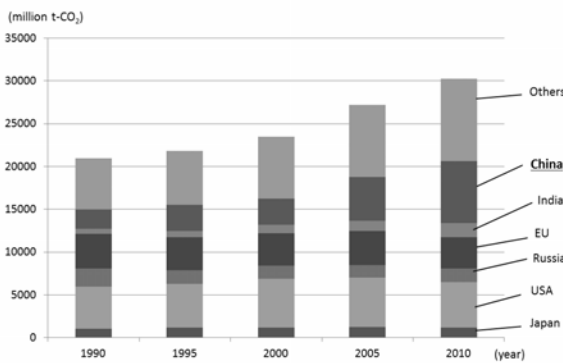


Fig. 1 CO₂ emissions in the world
(From IEA CO₂ Emissions from Fuel Combustion)

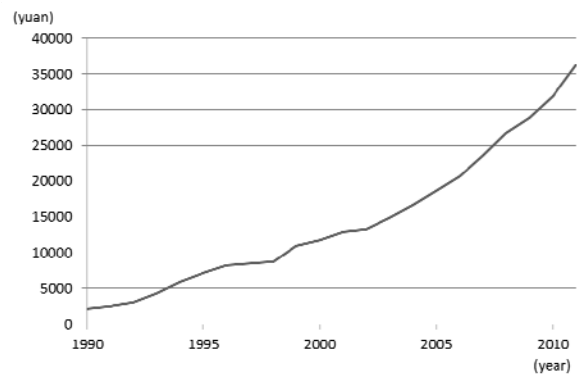


Fig. 3 Income of Shanghai
(From SHANGHAI STATISTICAL YEARBOOK)

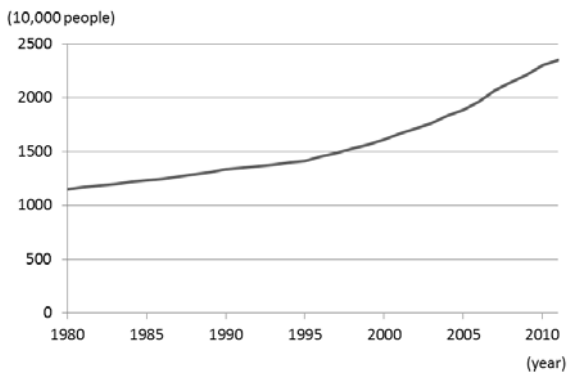


Fig. 2 Population of Shanghai
(From SHANGHAI STATISTICAL YEARBOOK)

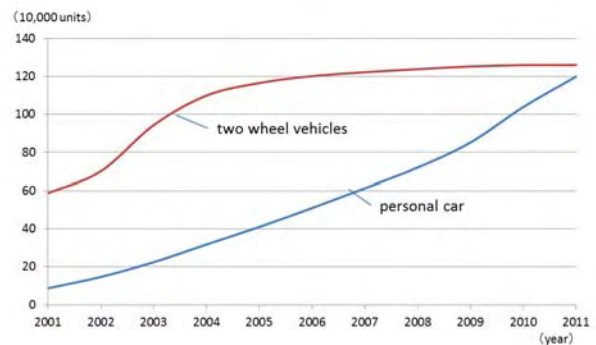


Fig. 4 Number of private cars and two-wheel vehicles
(From SHANGHAI STATISTICAL YEARBOOK)

2. Domestic level

Target area in this course is Tokyo and Osaka which is a metropolis as same as Shanghai.

Table 2 shows History of public transport in Tokyo and Osaka. It is noteworthy that the public transport was development very early compared with Shanghai. Route network of Japanese National Railways in the center of Tokyo was almost completed in 1932.

I carried out field work in Tokyo and Osaka. Fig.7 shows state of Ueno station in Tokyo. Fig.8 sows state of Shinsaibashi station in Osaka.

Table. 1 History of public transport in Shanghai

Year	Event
1876	The first China railway opened(14.5km)
1908	The first Shanghai's street car started
1914	The trolley-bus opened
1924	Full-scale bus transit business started
1960~1975	Removal of a street car started ~ finished
1997	The first subway started
2003	Shanghai maglev train started
2010	Light Rail Transit started Subway distance became the Longest in the world

Table. 2 History of public transport in Tokyo and Osaka

Year	Event
1872	The first railway started in Tokyo (Shinbashi~Yokohama)
1874	The first railway started in Osaka (Osaka~Kobe)
1903	The first street car started (Shinagawa~Shinbashi)
1919	The first bus started in Tokyo
1927	The first subway started in Tokyo (Asakusa~Ueno)
1930	The first limited express train「Tsubame」 started
1933	The first subway started in Osaka (Umeda~Shinsaibashi)
1932	Route network of Japanese National Railways in the center of Tokyo was almost completed
1964	The first monorail started Tokaido Shinkansen started
1987	JR opened

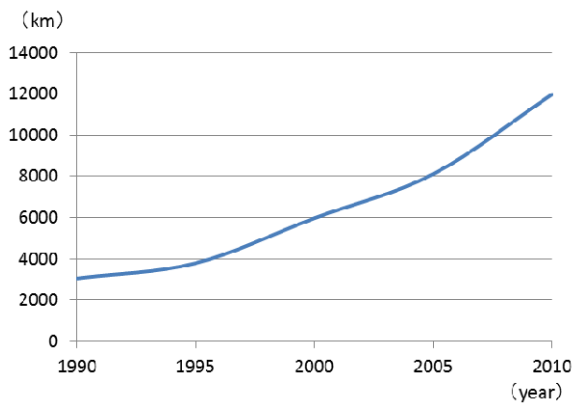


Fig. 5 Road extension distance
(From SHANGHAI STATISTICAL YEARBOOK)

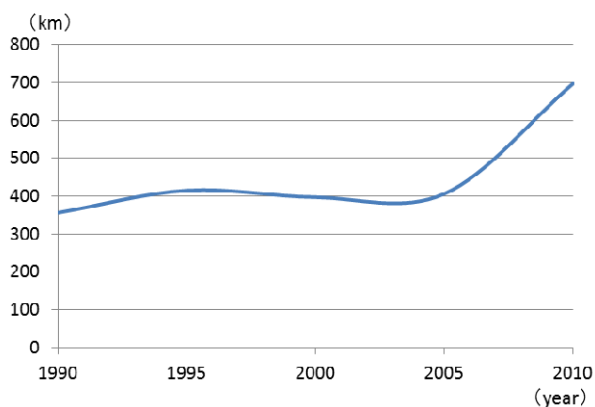


Fig. 6 Rail extension distance
(From SHANGHAI STATISTICAL YEARBOOK)



Fig. 7 State of Ueno station (Tokyo)



Fig. 8 State of Shinsaibashi station (Osaka)

3. International level

I carried out the questionnaire survey for residents of Shanghai. Table 3 shows survey outline. I calculated the CO₂ emissions associated with personal traffic behaviors using the result of this questionnaire survey.

Table 4 shows the result of calculation. The number of the effective samples is 367, and CO₂ emissions per person per year were 1.69(t-CO₂). Looking at the breakdown, CO₂ emissions by consumption of gasoline were an average of 1.69(t-CO₂), on the other hand, CO₂ emissions by use of electric motorcycle are 0.006(t-CO₂). So the latter is very smaller than the former. Therefore, CO₂ by consumption of gasoline occupy the most emissions. The number of Samples which have private car is 216, have motorcycle is 6. From the above, it became clear that CO₂ emissions associated with personal traffic behavior greatly depend on use of private cars.

Fig.9 shows the result of calculation average value of the CO₂ emissions according to each attribute. I calculated p-value by distribution-free test. As a result, CO₂ emissions have significant difference with these indexes. It is noteworthy that average value of the CO₂ emissions at each income level. as income increases, CO₂ emissions increase. CO₂

Table 3 Outline of questionnaire survey

Survey of lifestyles of Shanghai Residents	
Date	12–21 December, 2012
Subjects	Residents of Shanghai age ranging from 20 – over 60
Method	Survey web-based questionnaire
Feed back	400 respondents
Main research content	1. Personal information: age, sex, number of people per household, household income 2. Traffic behavior of respondents

Table 4 Results of calculation

Samples(remove abnormal value)	367
CO ₂ emissions (t-CO ₂ /person/year)	1.69

emissions in city center tend more than the suburbs.

Next, I conducted factor analysis of the CO₂ emissions associated with personal traffic behaviors. The method of analysis that I used was mathematical quantification theory class I and target were only 216 samples which have private car. Response variable was CO₂ emissions, and predictor variable was Household income, Residential area, Residence status, Distance from nearest station, Road density, Awareness of environmental issues, Purpose of the transfer.

Fig.10 shows the result of factor analysis. As a bar extends to the right, index has effect on increase of CO₂ emissions. As a bar extends to the left, index has effect on decrease of CO₂ emissions.

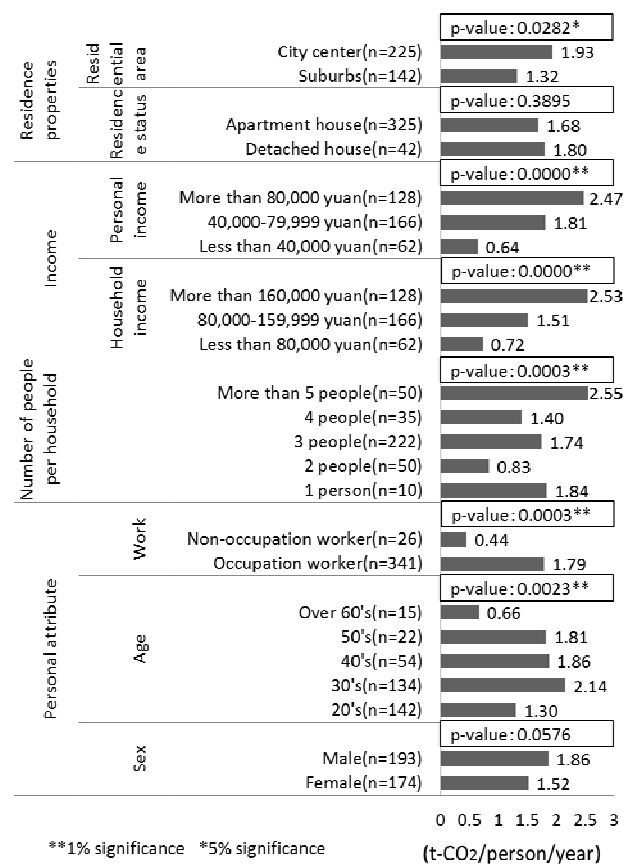


Fig. 9 CO₂ emissions according to each attribute

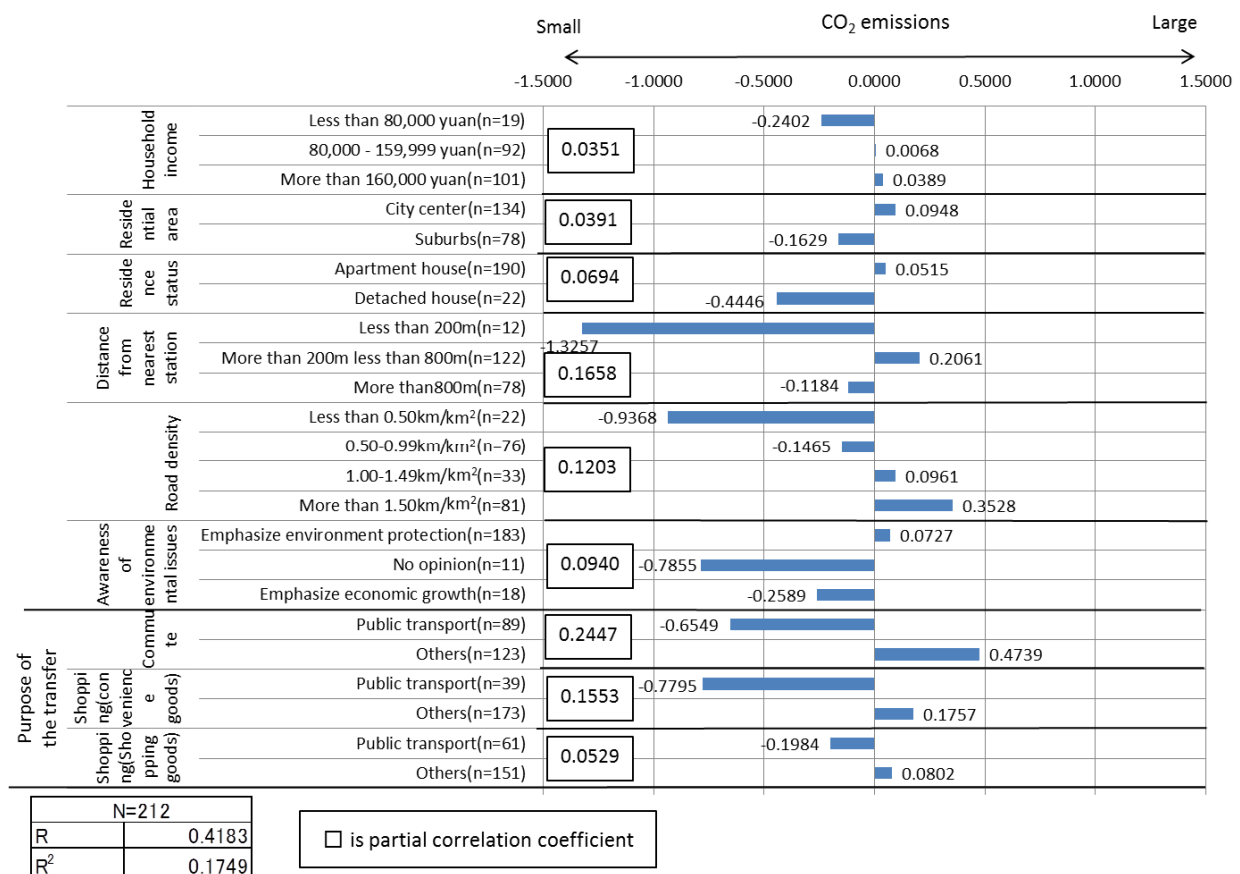


Fig. 10 The result of factor analysis

The index whether or not to commute by public transport had the strongest influence. People who commute by public transport have strong effect on decrease of CO₂ emissions. About distance from nearest station, in 200m, it has effect on decrease of CO₂ emissions. However out of 200m, it's not to say CO₂ emissions increase in proportion as distance. About road density, as road density become high, CO₂ emissions increase. Then, the income had strong effect on CO₂ emissions in earlier analysis, but it has not so effect on CO₂ emissions in this factor analysis. I guess that it because this model targets only samples which have personal car.

Then, I visited Shanghai to know the present conditions of Shanghai. Fig.11 shows state in

the subway in Shanghai. Then, I saw state of the development of Metro Line 9 and its surrounding areas. Fig.12 shows state of Songjiang College Town Station in suburb of Shanghai.

4. Conclusion

CO₂ emissions associated with personal traffic behaviors are strongly influenced by income. Then, conditions of public transport construction remain almost no impact CO₂ emissions. Reasons for this may be that public transport has developed before advance of motorization in Tokyo and Osaka, while on the other hand public transport has developed after advance of motorization in Shanghai.

In Shanghai, the construction of the subway

is being pushed forward rapidly. At the same time, the development of line surrounding areas is being forwarded now.

From the above, I consider what it takes to reduce traffic environmental load in Shanghai. It is necessary to behavior modification measure to make transfer a car user to the public transport use.



Fig. 11 State in the subway



Fig. 12 State of Songjiang College Town Station

Biomass Utilization for Sustainable Society

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

This study was conducted as a part of the "Asia environmental regeneration special course" designed for the master course students of the Graduate School of Environment and Life Science of Okayama University. The main purpose of this course is to nurture talented people who can exercise leadership internationally towards the environmental regeneration of Asia" and it is planned to achieve through practice/exercise an environmental topic in three stages: 1. Campus Course, 2. Domestic Course and 3. International Course.

The main theme of this study is utilization of biomass for sustainable society and the particular study subject is conversion of biomass waste to biochar and compost. Two master course students have participated in this study. Details of the students' activities in this course are given below.

1. Campus Course

In this course, biochar was prepared from bamboo inside the Okayama University campus. A large quantity of waste bamboo is generated in local writing-brush making industries of Okayama Prefecture and most of the waste materials are not utilized properly. We focused on biochar preparation from these waste materials, because biochar is an attractive material which can be used as soil conditioner for agricultural productivity improvement and at the same time the application of biochar to soil also contributes to carbon sequestration. In this practice, the participating students have learned about how to make biochar without using any external energy or fuel, i.e., a self-sustainable biochar making process. They have also learned about various characterization methods for determining the biochar properties in the laboratory.

2. Domestic Course

In domestic course, we visited a local manufacturing company in Okayama Prefecture called **Shirataki Yuki Sangyo Co. Ltd.**, which makes compost and biochar from industrial organic wastes. Most of the waste materials come to this company from local food industries. This company has the *state of the art* technology to make compost and biochar in a sustainable way, i.e., without using external heating source. Actually, heat of fermentation generated during composting is cleverly utilized in wet-biomass drying and the volatile matters evolved during biochar making are collected, burned and then used in carbonization. Therefore, the over-all process is very energy efficient.

The participating students had a good opportunity to see commercial scale biochar and compost making plants and gained practical knowledge about composting and biochar production. They have learned about the practical biomass waste materials from their handling to making into compost and biochar. This visit provided them an opportunity to come into contact with the professional people working in the recycling industries.

3. International Course

In the international course we visited the laboratory and research farms of Prof Mohammad Golabi at the **University of Guam** (UOG). Guam is a territory of the USA in the Western Pacific Ocean, but geographically and culturally it is part of Asia. The main purpose of this visit for the students was to gain experience in a foreign institution about the various activities and measures taken toward recycling of biomass waste and sustainability. Following are the main activities performed by the participating students in GUAM.

- Biochar making: demonstrated a field experiment of biochar making from coconut husk with the students of UOG.
- Visited the Center for Island Sustainability in UOG: observed various devices such as solar electric power system, solar water heater, wind farm, rain-water catchment system, etc.
- Visited a biomass composting process demonstrated by Prof Golabi of UOG.
- Visited an integrated farming system in OUG for growing vegetables, farming fish and poultry in a cyclic and sustainable manner.

Furthermore, the participating students have actively participated in lecture classes delivered by Prof Golabi for the students of the UOG. Throughout the whole visit, they have communicated in English with the UOG teachers, staffs, students and the persons concerned in Guam.

Final Remarks:

- ◆ This program provided the students unique opportunities to gain hand-on experiences in learning some useful techniques for the utilization of biomass in the campus, domestic (industrial) and international courses.
- ◆ The students have improved their ability to communicate in English by practicing in an international atmosphere.
- ◆ It can be expected that these experiences will add immeasurable benefits in building their future career and leadership both domestically and internationally.

平成 25 年度
アジア環境再生特別コースプロジェクト実習
～循環型社会のためのバイオマス利用～
報告書



平成 26 年 2 月
岡山大学大学院 環境生命科学研究科

目次

	頁
1. はじめに	2
2. 学内実習	3
2.1 竹バイオチャーの調製	
2.2 竹バイオチャーの物性評価	
2.3 学内実習まとめ	
3. 国内実習	9
3.1 株式会社白滝有機産業における有機性産業廃棄物の堆肥化プロセス	
3.2 株式会社白滝有機産業における有機性産業廃棄物の炭化プロセス	
3.3 国内実習まとめ	
4. 海外実習	14
4.1 「Center for Island Sustainability」の見学	
4.2 ヤシ殻バイオチャー調製のデモンストレーション	
4.3 グラム大学農園における堆肥化工程の見学	
4.4 グラム大学農園「integrated farming system」の見学	
4.5 海外実習まとめ	
5. プロジェクト実習の感想	23
謝辞	27

1. はじめに

この度アジア環境再生特別コースプロジェクト実習に際して我々は「循環型社会のためのバイオマス利用」というテーマを掲げた。日本を含め多くのアジア諸国では未利用のまま処分されるバイオマス賦存量が多く、それらを有効に活用するための技術を学ぶことを全体の目的とした。各実習の目的と概要は下記のとおりである。

I. コース履修者(2名)

48424357 一田 涼 (資源循環学専攻)、48425563 吉田 早紀 (生物生産科学専攻)

II. 学内実習～竹バイオチャーの調製と物性評価～

有効利用されずに廃棄、焼却処分されているバイオマス資源の有効利用方法を学ぶことを目的とした。今回は岡山県において有効利用されずに廃棄されている竹材を原料として、土壌改良剤としての効果が期待できるバイオチャーを実際に調製し、その物性を評価した。

III. 国内実習～株式会社白滝有機産業の見学～

岡山県美作市の株式会社白滝有機産業を訪問し、工場見学を通して産業廃棄物の有効利用技術を学ぶことを目的とした。今回はエネルギー自立型で環境低負荷の堆肥化プロセスおよび炭化プロセスを見学した。

IV. 海外実習～グアム大学における環境保全への取り組み調査～

海外におけるバイオマス資源利用について学ぶため、バイオマス資源が豊富で観光産業が盛んなグアムにて実習を行った。グアム大学の Golabi 准教授らに持続可能な開発のための環境への取り組みを説明していただき、日本と異なるグアムの環境への取り組み方を学んだ。

学内実習

～竹バイオチャーの調製および物性評価～

2. 学内実習

2.1 竹バイオチャーの調製

(1) 日時、場所

日時：2013年8月31日(土)

場所：岡山大学環境理工学部、誕生池南側

(2) 参加者

講師：石井哲 様(岡山県森林研究所)

Uddin Md. Azhar(岡山大学准教授)、一田涼、吉田早紀、

(3) 竹バイオチャーの調製方法

① 簡易炭化炉の準備

鉄板を組み合わせ、嫌気条件でバイオマスを熱分解させるための調炭器を準備した。



② 原料の投入

原料として、炭化炉内が十分に満たされるだけの竹材を投入した。



③ 熱電対のセット

着火から炭が出来上がるまでの調炭器内の温度変化を測定するため、8箇所に熱電対を設置した。



④ 着火

炭化炉の蓋を閉めた後、古新聞を用いて着火口から火をつけ、安定して煙が上がるまで空気を吹き込んだ。



⑤ 炭ができるまでの経過確認

任意の時間ごとに炭化炉内の温度を記録した。また、煙の量や色の確認も行った。

⑥ 精練

煙の色が濃い白色から青白くなり、次第に透明になってきたタイミングで空気を吹き込み炭の仕上げ(精練)を行った。



⑦ バイオチャーの取り出し

精練後、炭化炉と地面の隙間を土で塞ぎ、炭化炉内の温度が十分に下がったことを確認してから炭を取り出した。



(4) 結果

① 炭化炉内温度の推移

Fig.1 に炭化炉および熱電対設置箇所の様式図を示す。また、Fig.2 に炭化炉内の温度変化のグラフを示す。

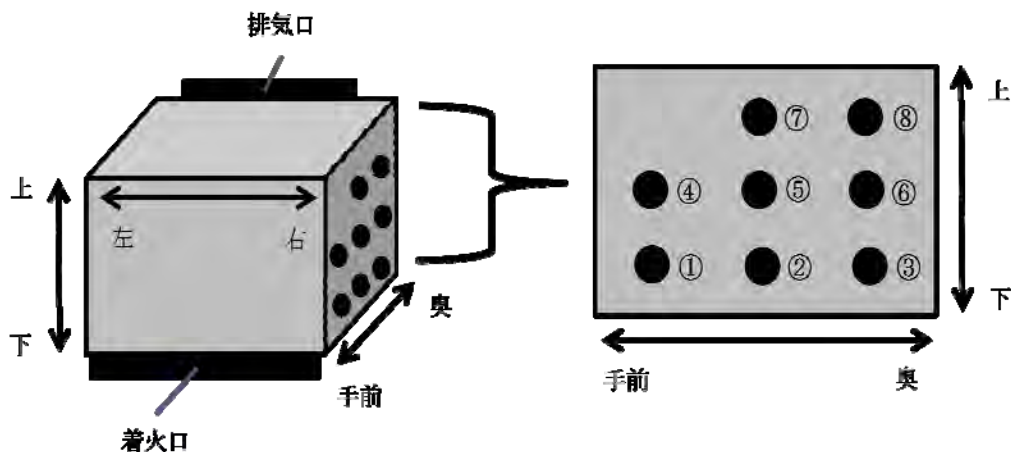


Fig.1 炭化炉と熱電対設置箇所の様式図

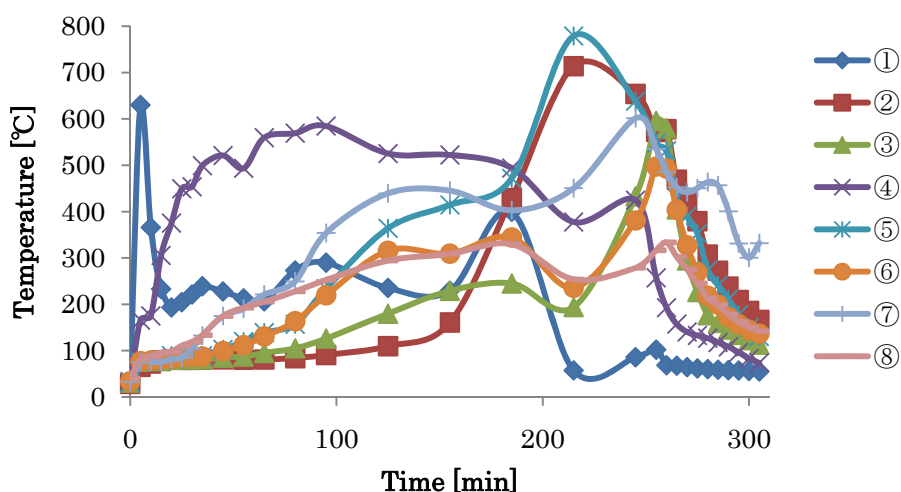


Fig.2 炭化炉内の各部における温度変化

Fig.2 から見て取れるように、炭化炉内は5時間の炭化において概ね全箇所が500度を上回っていた。また、炭化炉中心部においては800度に迫る高温となり、炭化に必要な条件を十分に満たしていたと言える。実際に5時間後、ほぼ全ての原料が炭化されており、体積はおよそ40%に減少していた。本来利用されずに処分されるであろう竹材を、有効利用できる炭に調製する技術を学ぶことができた。

2.2 竹バイオチャーの物性評価

(1) 日時、場所

日時：2013年12月26日(木)～28日(土)

場所：岡山大学環境理工学部棟8階、第2実験室

(2) 参加者

Uddin Md. Azhar(岡山大学准教授)、一田涼、吉田早紀

(3) 実験方法

A) 比表面積測定

N₂吸着 BET 法⁰⁾により測定した。

B) pH 測定

イオン交換水 50ml にバイオチャーを 0.5g 加え、ボールミルにて 25℃, 100rpm で 3h 攪拌した後、pH の測定を行なった。

C) 灰分率測定

バイオチャーを耐熱皿に乗せた後、700℃に設定した電気炉で約4時間完全燃焼させ、灰化前後の重量から算出した。

D) 陽イオン交換容量(CEC)測定

細かく砕いた直径 460μm 未満の試料に対し、表面の交換性カチオンを希塩酸 (0.05M)、続いて蒸留水で除去洗浄した後、pH7 に調整した 0.5M 酢酸バリウム溶液でこのプロトン置換溶出し、溶出液中のプロトン量をアルカリ標準溶液で滴定し評価した。

E) 水分吸着率測定

平均粒径 1mm に整粒したバイオチャー約 1.0g を 110℃, 1h 乾燥し、イオン交換水を置いて 25℃に保ったデシケーター内へ皿に乗せた状態に入れ、0.5h ~48h 後に試料の質量を測り、水分吸着率(H₂O の吸着量/チャーの重量×100)を算出した。

(4) 結果

比表面積、pH、灰分率、陽イオン交換容量の測定結果を Table.1 に示す。また、水分吸着率の経時変化のグラフを Fig.3 に示す。

比表面積は 229m²/g であり、チャー特有の非常に高い値を示した。また、pH は 10.8 であり、強いアルカリ性を示した。このことから竹バイオチャーを酸性土壌に混ぜることで中和剤として活用できることが示唆された。陽イオン交換容量(CEC)は約 18 (cmol(+)/kg⁻¹)であり、土壌中において養分保持効果が期待できた。水分吸着に関しては約 24h で飽和し、吸着率は約 14%であった。

以上のことから、今回調製した竹バイオチャーは土壌改良剤としての働きが十分に期待できると言える。

Table.1 竹バイオチャーの物性

	比表面積 (m ² /g)	pH (-)	灰分率 (%)	CEC (cmol(+)/kg ⁻¹)
竹バイオチャー	229	10.8	3.33	17.9

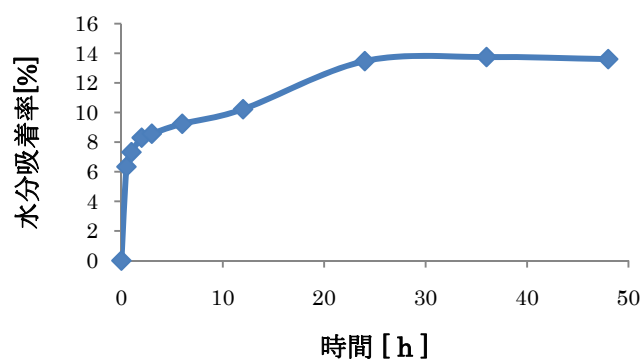


Fig.3 竹バイオチャーの水分吸着率の経時変化

2.3 学内実習まとめ

今回の実習で、本来利用されずに処分されるはずであった竹材から簡単に炭を調製する技術を習得することができた。調製の際も着火を除いて外部からエネルギーを加えることなく、非常にクリーンで環境に優しい調製方法であると感じた。また、実際に調製した竹バイオチャーの物性評価をしたことで、その有用性を確認することができた。比表面積が非常に大きい上に、酸性土壌の中和作用、養分保持効果、水分保持効果が示唆され、優れた土壌改良剤としての働きが期待できた。

バイオチャーに関しては今回原料として用いた竹に限らず、様々なバイオマスから調製が可能であり、土壌の改良剤としてだけでなく吸湿剤や保温材、脱臭剤としてなど幅広い分野において活躍することもできる。さらに本来、バイオマスは燃焼や微生物による分解で大気中に二酸化炭素を放出するが、バイオチャーにすることで炭素の固定が可能となり、温室効果ガス排出の抑制にもつながる。

学内実習を通して、未利用バイオマスの有効利用方法の一つとしてバイオチャーの調製方法とその効果を学ぶことができた。

国内実習

～株式会社白滝有機産業の見学～

3. 国内実習

3.1 株式会社白滝有機産業における有機性産業廃棄物の堆肥化プロセス

(1) 日時、場所

日時：2013年11月6日(水)

場所：株式会社白滝有機産業(〒709-4251 岡山県美作市白水 1303)

(2) 参加者

講師：福永泰幸 様(白滝有機産業)、足立義男 様(白滝有機産業)

笹岡英司(岡山大学名誉教授)、Uddin Md. Azhar(岡山大学准教授)、

一田涼、吉田早紀、他1名

(3) 堆肥化プロセス

株式会社白滝有機産業では湿潤バイオマスから燃料を使わずに発酵乾燥物を製造している。このシステムでは発酵熱のみで乾燥させることで外部からエネルギーを加えずに堆肥化できる。エネルギー自立型堆肥プロセスを以下に示す。

- ① 含水率80%程度の湿潤バイオマス（食品廃棄物、家畜排泄物、下水汚泥）に副資材として、木の皮や剪定枝を加える
- ② 水と空気を与えながらTFリサイクルマシーンで攪拌し、1ヶ月間好気発酵を維持させる
- ③ 一次発酵終了後、切返しを行いながら4ヶ月間熟成させる。
- ④ 期間5ヶ月で完成した有機肥料「バイオ有機」を袋詰めにし、出荷する。下の写真は工場内で作った堆肥による小松菜の発芽テストの様子



3.2 株式会社白滝有機産業における有機性産業廃棄物の炭化プロセス

(1) 日時、場所

日時：2013年11月6日(水)

場所：株式会社白滝有機産業(〒709-4251 岡山県美作市白水 1303)

(2) 参加者

講師：福永泰幸 様(白滝有機産業)、足立義男 様(白滝有機産業)

笹岡英司(岡山大学名誉教授)、Uddin Md. Azhar、一田涼、吉田早紀、他1名

(3) 炭化プロセス

株式会社白滝有機産業ではバイオマスの堆肥化に加え、エネルギー自立型の炭化システムを確立している。このシステムのポイントとしてはまず一つ目に「原料として発酵乾燥物を用いること」、二つ目に「燃料に発酵乾燥物の熱分解揮発分(タール等)を用いること」が挙げられる。エネルギー自立型炭化プロセスを以下に示す。

① 湿潤バイオマスから燃料を使わずに発酵乾燥物を製造

含水率80%程度
の下水汚泥を発
酵熱で乾燥させ、
含水率30%以下
にする。



② 発酵乾燥物をホッパーに投入

原料は14 t/dの割合で投入する。
最大処理能力は1 t/hである。



③ 外熱式ロータリーキルンで炭化

炭化炉は外熱式ロータリーキルン。
炭化温度は 400～600℃。
キルンに原料が投入されてから炭化完了までの 1 サイクルは 20 分程度。



- ④ 炭化の際に発生した揮発分(タール等)を回収し、燃焼炉へ送る

外部からの供給が必要となる燃料は運転開始後 3～4 時間分のみ。
その後は全て揮発分によって運転を続けることができる。



- ⑤ 燃焼炉で発生した熱をロータリーキルンに送り、炭化を続ける
③～⑤のサイクルを繰り返し、エネルギー自立型の炭化プロセスを確立。
- ⑥ 燃焼炉や炭化炉から発生した排ガスの熱は水冷熱交換器で回収
回収した熱は操作室や事務所の暖房、ハウス栽培に有効利用される。
- ⑦ 完成した炭化物は水を噴霧した後、ヤードで保管

製品は工業的用途(保湿材、調湿剤、排水浄化剤)
農業的用途(土壌改良材、炭添加堆肥)などに用いられる。



3.3 国内実習まとめ

今回の国内実習では株式会社白滝有機産業を訪問、見学したことで、産業廃棄物とされるバイオマスの有効利用方法として、堆肥化および炭化プロセスを学ぶことができた。バイオマスの堆肥化や炭化といった技術そのものはすでに広く行われており特別なことではないが、白滝有機産業ではそのプロセスにおいて外部から加えるエネルギーを最小限に抑え、非常にクリーンで環境にやさしい技術を取り入れていた。

まず、堆肥化においては含水率の高い有機性産業廃棄物(汚泥、動植物性残渣)を原料としていた。堆肥化には木質チップを混ぜたり、攪拌して空気と触れさせるなどして発酵しやすい環境を作る工夫をし、1ヶ月の一次発酵と4ヶ月の熟成期間を経て製品が完成する。完成した製品は「岡山県エコ製品」に認定されているバイオ有機をはじめとして、農業向けや緑化事業に活用される。

炭化においては、堆肥化の工程で発酵乾燥させたバイオマスを原料として炭化物を製造していた。炭化を行う際には乾燥した原料が望ましいが、その乾燥過程では通常、外部から熱エネルギーを加えなければならない。しかし、白滝有機産業では堆肥化の過程で発酵熱が生じることを利用し、含水率80%程度の有機性廃棄物を含水率30%以下にすることに成功した。従って乾燥に必要なエネルギーは実質ゼロである。その発酵乾燥物を原料として炭化を行うが、その過程でもエネルギー削減に努めていた。まず、炭化に必要な燃料として、炭化過程で生じる揮発分(タール等)を回収して用いていた。このことにより、外部から必要な燃料は運転開始後3~4時間分のみであり、その後は揮発分で自立運転が可能となる。これはエネルギー自立型炭化プロセスと呼ばれ、日本では唯一の技術である。さらに、燃焼炉や炭化路で発生した排ガスの熱も回収し、暖房やハウス栽培に無駄なく利用される。また、完成した炭化物は工業的用途(保湿材、調湿剤、排水浄化剤)農業的用途(土壌改良材、炭添加堆肥)などに用いられる。

バイオマス資源を有効活用することのみならず、エネルギーを極限まで有効活用する最先端の技術を見学できた。このような技術や取り組みも環境の再生に非常に重要なことなのだと感じる実習となった。

海外実習

～グアム大学における環境保全への取り組み調査～

4. 海外実習

4.1 「Center for Island Sustainability」の見学

(1) 日時、場所

日時：2013年9月24日

場所：グアム大学内施設「Center for Island Sustainability」

(2) 参加者

講師：Mohammad Golabi (グアム大学准教授)、CIS スタッフ

Uddin Md. Azhar(岡山大学准教授)、一田涼、吉田早紀

(3) 概要

グアム大学内の施設「Center for Island Sustainability」の見学を行った。この施設はグアム島の持続可能な開発のベースモデル作成のために様々な低環境負荷技術を実践している施設である。以下に今回見学できた低環境負荷技術を示す。

A) 太陽光発電

施設の屋上には太陽光パネルが設置されており、自家発電に取り組んでいた。発電量 220w のパネルが 9 枚設置されているとのことであった。

B) 風力発電機

屋外に小型の風力発電機を設置していた。太陽光発電と風力発電により、通常は施設の電力が十分にまかなえ、余った電力は大学に供給するとのことであった。



C) 雨水貯水システム

グアムは海洋性熱帯気候であり、乾季と雨季が分かれている。そんな中で貴重な水資源を自給自足するために雨水を貯水する設備を設けていた。貯水した雨水は紫外線やオゾンで消毒すると飲用も可能であり、施設内でシャワーなどにも利用されるとのことであった。



D) 太陽光温水システム

貯水した雨水はこのシステムによって温水に変換することができる。

屋外に設置した圧力調節が可能な黒色のボトル内に水を貯め、太陽光に晒すことでボトル内の水温を上昇させるという簡単なシステムである。



E) 電気自動車

施設見学の移動の際には、電力のみで運転可能な電気自動車を用いた。



F) 二重窓

日本では北海道などの寒冷地域で見られる技術であるが、この施設においてもグアムの暑い外気との温度を遮断するために二重窓を採用していた。

G) 学生食堂におけるゴミの分別回収

グアムにおいてかつてゴミは埋立処分するものであり、分類するという習慣がなかった。しかしながらグアム大学の学生食堂においては燃えるゴミ、燃えないゴミ、缶、プラスチック、食べ残しなど細かく分別回収されていた。

食べ残しは家畜飼料として再利用し、缶やプラスチックはリサイクルするといった取り組みが行われていた。このような取り組みは「岡山市・グアム友好議員連盟訪問団」の働きかけにより始まったものである。



4.2 ヤシ殻バイオチャー調製のデモンストレーション

(1) 日時、場所

日時：2013年9月25日

場所：グアム大学農園

(2) 参加者

Uddin Md. Azhar(岡山大学准教授)、一田涼、吉田早紀

Mohammad Golabi(グアム大学准教授)、グアム大学学生

(3) 概要

学内実習において会得したバイオチャーの調製を、グアム大学の学生に向けてデモンストレーションとして行った。原料としてはグアム島に豊富に存在し且つ処理方法が確立されていないヤシ殻(主に繊維部分)を選定した。以下にその際の様子を報告する。

① 簡易炭化炉の設置

学内実習において用いたものと同様の組立式の簡易炭化炉を設置した。

炭化炉は日本から持ち込んだものである。



② 原料のヤシ殻の充填

原料としてヤシ殻(主に繊維部分)を充填した。

時間の都合上、大量の調製が困難であると判断し、炭化炉の約 1/4 程度の充填量とした。



③ 炭化開始

着火口に乾燥した藁を詰め、着火した。

着火後、煙が安定して発生するまで空気を送り込んだ。



④ 炭化終了、ヤシ殻バイオチャーの完成

炭化は時間の都合上、開始から約 2 時間で終了させた。

取り出してみると十分に炭化しきれない部分が残っていた。

試料の充填量が少なく、且つ短時間の炭化であったため炭化炉内で温度分布に差が出来てしまい、このような出来具合となったと思われる。



今回のデモンストレーションは、学内実習において習得した技術をグアム大学の学生に向けて紹介する機会となった。グアム大学の学生もこのような炭化炉を用いたフィールド実習は行ったことがない様子であり、興味深そうに参加していた。

限られた時間の中でのデモンストレーションとなったため炭化しきれずに残った部分はあったものの、海外の学生との交流を図りながら実習を遂行でき、たいへんいい経験ができた。

日本から持ち込んだ炭化炉は寄贈したため、グアム大学においてもバイオマスの有効利用方法の一つとしてバイオチャーに着目するきっかけとなれば嬉しく思う。

4.3 グアム大学農園における堆肥化工程の見学

(1) 日時、場所

日時：2013年9月25日

場所：グアム大学農園

(2) 参加者

Uddin Md. Azhar(岡山大学准教授)、一田涼、吉田早紀

Mohammad Golabi (グアム大学准教授)、グアム大学学生

(3) 概要

ヤシ殻のバイオチャーの待ち時間の間に、グアム大学の附属農園における堆肥化工程を見学した。以下にその際の様子を報告する。

水を加えて攪拌し、約8週間で堆肥が完成する。完成した堆肥はフィールド内の農園で使われる。

窒素：炭素の比が9：1が適切な状態で、定期的に攪拌後温度やCO₂濃度を測定し、比率からずれている場合、牛糞など混ぜて対応していた。

測定時の結果

外 34.1℃

中 45.5℃

CO₂ 5%



屋外で雨風にさらされるため、普段はシートをかぶせて保管していた。



4.4 グアム大学農園「integrated farming system」の見学

(1) 日時、場所

日時：2013年9月26日

場所：グアム大学農園

(2) 参加者

Uddin Md. Azhar(岡山大学准教授)、一田涼、吉田早紀

(3) 概要

グアム大学農園で行われている「integrated farming system」の様々な取り組みを見学した。ここでは、農業が盛んではないグアム島の自給自足のために、様々な循環型農業システムを実践している。以下に今回見学できた循環型農業システムを紹介する。

A) 自動で地下に埋め込まれたパイプから植物に液体肥料と水を与える。必要最低限の肥料と水を与えることによって無駄を省く。

B) 保水性をあげるためにシュレッダー後の紙や廃棄されたコーヒー豆を撒いた農園（右写真の根元）



C) 鶏卵の雛を植物の下で育てることにより、雑草を食べて運動し、ある程度育つと鶏舎に集め育て卵を収穫している現場



- D) 魚と微生物と植物の循環関係についての実験として、ティラピアと窒素分解微生物と水耕栽培の施設。水槽内で飼育されているティラピアの糞尿や残渣などから発生した有害アンモニアをニトロソモナス・ニトロバクター属の微生物によって硝酸に分解させ ($\text{NH}_3 \rightarrow \text{NO}_2, \text{NO}_2 \rightarrow \text{NO}_3$)、水槽内の水で水耕レタスを育てることにより栄養素として利用させることで、水が純化され (キレート効果)、その水を再び水槽で使用する循環関係が成り立っている。

(左：ティラピアが飼育されている水槽 右：隣接された水耕レタス栽培の様子)



4.5 海外実習まとめ

海外におけるバイオマス資源利用について学ぶため、太平洋にあるマリアナ諸島南端の島グアムにて実習を行った。グアム大学の Golabi 准教授らに持続可能な開発のための環境への取り組みを説明していただき、日本と異なるグアムの環境への取り組み方を学んだ。グアムはほとんどの物資をアメリカ本土からの輸入で賄っており、観光業が経済基盤である。観光収入の9割以上が日本からの観光客によるもので、日本への依存度が高い。循環型社会意識の低いグアムにおいて、最先端の取り組みに触れることができた。

まず、グアム大学内の施設「Center for Island Sustainability」の見学では、日本でも最先端技術である電気自動車や、太陽光発電などエネルギーの自給自足を図る様々な技術を多く取り入れていた。一年中高温多湿であるグアムでは冷房をかけ続けるため、冷気を逃がさないようにする二重窓や、雨季と乾季に分かれるグアムだからこそ貴重な雨水の貯水といった日本と異なる風土に、現地に適した取り組みがあることを学べた。施設だけではなく、そこにいる人間の意識を変えようと電気や水の無駄使いをやめようという張り紙などがあり、良い先駆者としてこの取り組みが広まっていくことが期待できた。食堂内でも、今まで分別を知らなかった学生のために、ボランティアで分別区分を教える学生が待機しており、少しずつであるけれど着実に意識に変化が生まれているのではないかと感じた。

グアム大学の学生とともに行ったヤシ殻バイオチャーのデモンストレーションは、学内実習と同じ手順で行った。限られた時間の中でのデモンストレーションとなったため炭化しきれずに残った部分はあったものの、海外の学生との交流を図りながら実習を遂行でき、両学生にとっていい経験ができた。観光業が盛んで、海洋性熱帯気候より乾燥したヤシ殻の繊維は炭化には適したバイオマスであることが示唆された。

また、グアム大学付属農園の「integrated farming system」の様々な取り組みを見学した。ここでは、グアム島の自給自足のために、様々な循環型農業システムを実験的に実践していた。コンポスト作成や地下パイプによる給水など日本に似た従来の方法や、コーヒーやシュレッターごみによる保水や、魚と微生物と水耕植物の循環関係などに取り組んでいた。農業に現実的に取り入れていくまでには、まだ難しい面もあるようだが一つ一つ工夫を凝らした技術であった。

グアムを訪れて、日本とは異なる風土特色にあわせたバイオマス利用方法の可能性が有ることを学んだ。日本で行われている取り組みを、そのまま海外でも同様に行うことができるかはわからず、現地に適した行動を起こすことが大事だと考えられた。

プロジェクト実習を終えて

環境生命科学研究所 博士前期課程 2 年

一田涼

今回「循環型社会形成のためのバイオマス利用」というテーマを掲げ、アジア環境再生特別コースのプロジェクト実習に参加したことで、主に未利用バイオマスの有効利用という観点から環境意識が一層高まり、且つ今後自身が研究者として果たすべき責任を感じた。以下に学内、国内、海外実習それぞれを終えた所感を述べる。

〔学内実習〕

学内実習においては、未利用バイオマスの有効利用方法の一つとして「バイオチャー」というバイオマスから作る炭に着目した。岡山県において利用用途の確立されていない竹材を原料として、簡易炭化炉を用いてバイオチャーの調製を行った。結果、5時間ほどでバイオチャーが完成したが、その物性は土壌改良材として優秀な働きが期待できるものであった。本来であれば、未利用のまま焼却処分されるはずのものであったが、簡単な調製方法で有用なものに生まれ変わることが可能と感じた。酸素を遮断して熱分解させるだけであるから、今回の竹材に限らず、農家において排出される農業廃棄物において応用すれば、土壌の改良剤としての利用が期待でき、且つ二酸化炭素の削減にもつながるのではないかと思った。

〔国内実習〕

国内実習においては株式会社白滝有機産業を訪問し、有機性廃棄物の堆肥化および炭化システムを見学した。堆肥化については外部からほとんどエネルギーを加えずに廃棄物を有用なものに変える技術を知ることができた。炭化プロセスについては、日本でもここでしか行われていないエネルギー自立型のプロセスを学び、大変感銘を受けた。炭化に必要な乾燥工程は発酵熱を用い、燃料は炭化の際に発生した揮発分を用いる。さらには排ガスの熱まで回収し、暖房やハウス栽培に有効利用しているとのことであった。製造に必要なエネルギーを最小限に抑え、環境低負荷で廃棄物を有用なものに変えるという取り組みは日本のみならず世界に誇れるものであると感じた。また、私も来年から社会人となる研究者としてこのような姿勢を常に頭に入れておきたいと感じた。

〔海外実習〕

海外実習においてはグアム大学を訪問し、日本とは異なる地域における環境対策への取り組みを学ぶことができた。グアムは観光業が盛んで日本人も多く訪れる場所であるが、ゴミは基本的に埋立処分であるなど環境意識は日本に比べて薄いと聞いていた。しかしながらグアム大学の Golabi 准教授にお世話になり、実習を通すことでグアムにおいても環境意識の高まりがあると感じた。グアムの持続可能な発展のベースモデル構築のための施設

「Center for Island Sustainability」では太陽光発電や風力発電、雨水貯水システムや電気自動車などエネルギーの自給自足を可能にする様々な技術を見ることができた。このベースモデルが元となってグアム島やその他の地域においても広く応用されれば、環境低負荷に大きく貢献することにつながると感じた。さらに農園の見学もさせていただいたが、特に印象に残ったのは「integrated farming system」である。このシステムでは微生物、魚、植物間で水と養分の循環を行うことができる。人為的な手間を省くことができ、且つ環境低負荷の素晴らしいシステムであると感じた。

また、実習以外の部分においてもグアムを訪問し、現地の学生と交流することで得られたことが多くあった。まず、これまで私は海外を訪れたことがほとんどなかったが、今回のグアム訪問を通して日本とは違う文化に触れることができた。それは環境の違いであり、ライフスタイルの違いであり、そもそも言語の違いである。グアムには非常に豊富なバイオマス資源が有り、海も非常に綺麗で日本とは気候も大きく異なっていた。そのような自然を目の当たりにし、この自然を壊すのも守るのもこれからの人間の活動が大きく影響すると感じ、これからの次代を担っていく自身に大きな責任も感じた。また、言語はこれまでに勉強してきたはずの英語であったが、いざ実際にコミュニケーションをとるとなるとなかなかうまくいかない部分もあった。これから世界に通用する仕事をするのであればまだまだ英語力をつけなければならないと痛感した。英語力を鍛えること、さらに伝える熱意を持つことが非常に重要であると感じた。

実習全体を通し、このプロジェクトに参加できて本当に良かったと感じる。

最後に、本実習を遂行するにあたり適切な指導を下さった Uddin Md. Azhar 准教授、ならびに多大なご協力を賜りました岡山県森林研究所の石井様、株式会社白滝有機産業の福永様、足立様、グアム大学の Golabi 准教授、そしてこのような機会を与えてくださった関係者の皆様に深く感謝致します。

プロジェクト実習を終えての感想

環境生命科学研究科 博士前期課程 1年

吉田 早紀

I. 学内実習

この実習に取り組むに当たって今まで曖昧だったバイオマスについての定義についてを知った。廃棄、焼却処分されているバイオマスについて、どのように有効利用されているのか、現在の利用状況についてなど知っているようで知らなかった現状に関心を持った。また、食品廃棄物や林地残材などほとんど未利用のバイオマスは利用しづらいつらいのか、利用方法が確立されていないのかという疑問が思い浮かんだ。

今回は炭化（バイオチャー）と堆肥化（コンポスト）に焦点を当てたが、他のバイオマスはどのように利用されているかの詳細についても知りたいと感じた。竹からバイオチャーを作る際に、木質材を炭化させて土壌改良剤として使う方法は、昔から農家の間で自然と行われていた行為であったという話を聞いた。最先端の技術で環境負荷を考えるのも一つの方法だが、昔からの人々が自然ととった行動にも注目して、もう一度、今その理由を考え直すのも一つの方法だと考えられた。資源を消費するばかりではなく、循環させて持続的に利用できるバイオマスはこれからの人類にとって、とても重要になってくることを改めて、実感した。

II. 国内実習

岡山県美作市の株式会社白滝有機産業を訪問し、工場見学を通して産業廃棄物の有効利用技術を実際に見て学ぶことができた。私が気になっていたのは、バイオマスを実際に処理し、再利用できる形にできるシステムは継続的に利益が出て、続けられるかである。また、様々なバイオマスは毎回同じ成分ではないため、どのように毎回処理を変えているのか、だった。岡山県の畜産研究所を以前伺ったときに、食品廃棄物からコンポストを作るのには、加工食品はすでに調味料や塩分などが含まれており、利用が難しいと聞いていた。しかし、この白滝有機産業に運ばれてくる原料はすでに成分分析済みのもので、ある程度基準値が定まっているので、飛びぬけて数値がおかしいものは引き取らないという回答をいただいた。また、ここで行われているエネルギー自立型で環境低負荷の堆肥化プロセスおよび炭化プロセスは、経済産業省によって社会システム実証モデル事業として認定されており、最初は補助金によって実験的に始動していた。そして、原料にする産業廃棄物を処理する処理費用と運搬費用で利益を出しているそうだ。堆肥化した商品の販売金額だけでは、成り立たないというリアルな事情を教えていただいた。また、モデル事業として補助金で始動した事業もなかなか続けていくには難しく、3年も経たずに断念していくところが多い中、この白滝有機産業は成功した稀なケースだということだ。とても面白いと関心をもったのは、

岡山の中の温泉源のある地域の下水汚泥には、ある成分がとても多くすぐにわかったという話だ。成分が毎回異なる廃棄物は、工場長の職人の腕により、乾燥時間や木質の副資材の混合比率、燃焼時間を変えるなど微妙な違いで対応しているそうだ。実際に産業廃棄物をバイオマスとして再利用している現場が、自分の思ったより近くになり、現場のリアルな言葉が聞けたので、とてもよい経験となった。

III. 海外実習

海外におけるバイオマス資源利用について学ぶため、グアムで実習を行ったが、最初はグアムについて全く知識がなく、なぜグアムなのだろうという疑問を抱いていた。実際グアムはバイオマス資源が豊富にあり、経済基盤となる観光業の観光客の 9 割が日本人であり、日本に依存している関係深い国だった。驚いたのは、ほとんどを輸入に頼っており現地ではほとんど農作物を育てたりしていない点だった。島を歩いても日本人ばかりに出会い、グアムの店の方は簡単な日本語なら話すことができ、店には日本なじみの商品も陳列があった。グアム大学の Golabi 准教授らに持続可能な開発のための環境への取り組みを説明していただき、グアムの環境への取り組み方を見せていただいた。私が日本人と異なるなと感じた点は、グアムの住民にとっては循環型社会に対する意識が低く、今までは足りないものを輸入して当たり前で、ゴミは埋め立てるのが普通だという意識だったということだ。地球の資源に限りはあるので、先進国が資源を使い切ってしまうと、発展途上の国や島で行われている日常生活は送れないだろう。先進国だけでなく、世界全体で現状を知り、今どうすべきなのかを考える方向に向かうことを望む。日本でも当たり前に行われている活動でも、グアムにとっては今まで考えたことのない活動になるのだろう。見せていただいた環境に対する取り組みはまだ見本であり、やっとな意識を持った人が集い、行動を起こした段階だが、グアム島の住民の意識が高まり、取り組みが広まっていくことだろう。Center for Island Sustainability のスタッフの方は、グアムは島であり、エネルギーを持続的に循環させることが大切だと、島の未来について真剣に考え危惧し、できることをはじめていくべきだという言葉がとても胸に響いた。また、グアムを訪れて、日本とは異なる風土特色にあわせたバイオマス利用方法の可能性のあることを学んだ。これはグアムに限らず、海外での現地の特色によって廃棄される資源（バイオマス）を、風土や環境や社会にあわせて利用できる可能性が国の数だけあるということだ。グアムに実際行き、日本との違いをたくさん肌で感じ、グアム大学の大学生との触れ合うことで、世界にはもっと違う考えや意識を持った若者がたくさんいるのだなと漠然と考えた。この貴重な経験から、今後も多面的にグローバルに、物事を考える際に、日本内だけでなく、他国のことも地球規模な問題視点を視野に入れることができるようになりたいと感じた。

謝辞

本実習の遂行にあたり、岡山大学大学院環境生命科学研究科 Uddin Md. Azhar 准教授より常時適切なお指導を賜りました。また、下記の方々より多大なご協力と貴重なご意見を賜りましたことをここに記して謝辞といたします。

石井哲 様 (岡山県森林研究所)

福永泰幸 様 (白滝有機産業)

足立義男 様 (白滝有機産業)

Mohammad Golabi (グアム大学准教授)

Center for Island Sustainability スタッフの皆様

順不同

The report of project experience and practice

Graduate school of environmental and life science

Ryo Ichida

This time, we had practicing on the theme of "Biomass utilization for sustainable society ". Practice was classified into Campus level, Domestic level, and International level. A summary is shown below.

[Campus level]

On the campus level, making bamboo biochar and characterization were carried out. How to make is as follows. First, the simple box-type carbonization furnace was assembled. Next, the bamboo sticks were stuffed, and the thermo couple has been arranged to eight places in order to investigate the temperature change in a carbonization furnace. Then, the lid of the carbonization furnace was closed and ignition was started with waste news paper. Carbonization was completed about 5 hours afterward. The result was the temperature in the carbonization furnace exceeded 500°C in general in every position, and there was a place which amounted to a maximum of 800°C. It can be said that conditions required in order to carbonize were fulfilled.

And we characterized the biochar. Bamboo biochar showed high specific surface area. Moreover, pH showed alkalinity by mixing ion exchanged water, and it can be expected to use as a neutralizer of acidic soil. Furthermore, the value of CEC was about 18 and a effect of nutrition in the soil can be expected if it is used as a soil conditioner. The sample was saturated in about 24 hours with water vapor, and was about 14%.

[Domestic level]

On the domestic level, we inspected SIRATAKI YUKI SANGYO Co., Ltd. SIRATAKI YUKI SANGYO is struggling composting and carbonizing of organic nature industrial waste. Composting was performed by Energy self-reliance composting system. It was not necessary to add energy from the exterior in this system. Carbonizing was performed by External energy independent type carbonization system. In this system, the heat of fermentation is used for drying the compost materials. The dried samples are the carbonized. Since volatile matter content and combustion gas are collected and reused, it is not necessary to supply fuel from the exterior, and energy self-sustaining is possible.

[International level]

This time, we visited University of Guam and have investigated the measures taken by the University of Guam for the conservation of environment. And we were indebted to Associate Professor Golabi of University of Guam for his cooperation and organizer the field trips. First, we inspected Center for Island Sustainability. Center for Island Sustainability is the institution in University of Guam which is promoting various low-environmental-impact technologies for the sustainable development of Guam Island. Various technologies, such as a photovoltaic generation device, a wind farm, storage-of-rain water, and the solar water heater system were able to be seen. Second, the making coconut husk biochar experiment carried out as a demonstration towards the student of University of Guam. The preparation method is the same as that of campus level practice. The amount of materials used were about 1/4th. Carbonization time was only for about 2 hours. The portion which was not carbonized remained, probably because there was little quantity of materials and time was short. Finally, we inspected the farm of University of Guam. We were able to learn about Integrated farming system. In this system, circulation of water and nourishment can be performed between a microbe, a fish, and a plant.

Debrief Session of the Project researches on
“Environmental Rehabilitation in Asia”

English Report

～Biomass utilization for sustainable society～

Graduate school of environmental and life science

OKAYAMA UNIVERSITY

48425563 Saki Yoshida

English report

~Biomass utilization for sustainable society~

i. **Campus level**

Making of Biochar from bamboo

We have demonstrated that the biochar from bamboo can be prepared without using any external energy.

1. Set up for carbonization furnace and thermocouple.
2. Stuff box with material.
3. Ignition start(energy is not added except for initial ignition)
4. After 5 hour. Carbonization was completed.

In this time, material is a bamboo.

Thermocouple measurement is exceed 500 degrees.

(carbonization is enough temperature)

• Biochar characterization

	Surface area (m ² /g)	pH (-)	Ash content (wt %)	CEC (cmol(+)kg ⁻¹)
Biochar	229	10.8	3.33	17.9

Specific Surface area was very high.pH was 10.8 (base). Suitable neutralizer for acidic soil .CEC was about 18. Improvement in nutrient holding capacity of the soil can be expected . Water adsorption capacity was about14wt% (25°C, normal pressure) .



From the result of the measurement of specific surface area, pH and CEC, the prepared biochar can be expected to act as a soil conditioner of high quality.

ii. **Domestic level**

SIRATAKI YUKI SANGYO Co., Ltd which is working hard for recycling of industrial organic waste.

From visiting SIRATAKI YUKI SANGYO Co., Ltd, . which perform middle disposal of industrial waste (organic waste) for the purpose of the reuse of resources. the completed product (composting and carbonization) is used for agriculture, tree planting business , heat insulator in ironworks. The epoch-making technique that the processing process can reduce CO₂ discharge with an energy self-reliance type. This action is authorized from Ministry of Economy, Trade and Industry in 2008 by social proof model for the low-carbon society.

we were able to learn about energy self-reliance type composting and carbonization system.

Energy self-reliance composting system

1. Wet biomass (Swege grime, Food waste, Domestic animal excrement)is added secondary woody material. Mix bark and pruning of a tree.
2. Give material water and air. Stir for aerobic fermentation for one month.
3. Dry for mature the next four months.

Point is Heat of bacterial fermentation is only used for drying compost. the completed product after five months is authorized as Okayama eco product.

External energy independent type carbonization system

The compost dried using fermentation heat is used as inlet materials for carbonization. Since volatile matter content and combustion gas during carbonization are collected and reused, it is not necessary to supply fuel from the exterior, and energy self-sustaining is possible.

iii. International level

Inspection of the measures taken by the University of Guam for the environmental preservation

From visiting the University of Guam, we were able to come in contact with the various research initiatives taken by UOG such as integrated farming system, composting, renewable energy utilization to promote environmental conservation and sustainability for the island nation.

① Making Biochar from coconut husk

Materials are coconut husk. The student of University of Guam were also participated. Preparation method is the same as that of campus level practice. After 2h, carbonization was stopped. 40% of the samples remained un-carbonized. Amount of materials was about 1/4th.

② Inspection of the Center for Island Sustainability

The institution in University of Guam which is promoting various low-environmental-impact technologies for the sustainable development of Guam Island. Many technologies that aiming at self-sufficiency of energy were adopted. (A wind farm for electricity generation, solar power panel, rain water storage, Solar water heater, Electric automobile)

In university dining hall, separated the garbage which burnable, noninflammable, a can, plastic, the leftovers. It reused the leftover as domestic animal feed, and, as for the can and the plastic, an action to recycle. Such a measure is initiated by the cooperation of 「Okayama city and Guamanian Parliamentarians Friendship League visit company」 .

③ Inspection of a biomass composting process

Compost making is sprinkle water and stir periodically. It completed in eight weeks. the compost is used in the research farm. University students regularly measure the temperature and the quantity of CO₂. N:C=9:1 is best condition.

After stirring Temperature · outside: 34.1°C · inside: 45.5°C · CO ₂ 5%

④ Inspection of the agricultural farm of University of Guam

We visit the farm which automatically gave liquid fertilizer and water to a plant from an underground pipe, sprinkled with shredding paper and disposal coffee beans for water holding.

Cyclic sustainable relationship between fish farming, microbe and aqua vegetable farming. In fish tank (Tilapia) harmful ammonia produces from feces and urine of the fish and left bait. NH_3 is resolved into NO_2 by Nitrosomonas. NO_2 is resolved into NO_3^- by Nitrobacter. The tank water is used as manure of the plants adjacent water culture of lettuce. The chelate effect of the plant makes purify water.

2013年度のプロジェクト実習について

資源循環学専攻
循環型社会形成学講座
教授 藤原健史

廃棄物の問題は日本に限らず、アジアの多くの国々、その都市域において深刻になってきている。日本ではごみの分別収集やリサイクルが当たり前のように実施されているが、アジアのほとんどの国々では、ごみは混合収集してそのまま埋立処分場に運ばれ投棄される。そして、その埋立処分場は都市域から遠く離れた場所に作らざるを得なくなっている。これは日本と同じ理由で、住民の建設反対があるからである。アジアのちょっと名の知れた都市は、数百万人都市であることが多いが、それは仕事を求めて多くの人々が都市に集まり、都市の裾野が広がり続けた故である。従って、埋立処分場の建設が許されるのは、都市域のさらに外側であるから、ごみの輸送距離は半端でない。例えば、片道 40km もある道のりを、一部に舗装のない道路を、ごみを満載にしたトラックが土煙を上げて排ガスをまき散らしながら走るのである。今すぐ廃棄物処理施設を導入してごみを燃やすことは難しいかもしれないが、このごみの処分場への輸送を極力減らすことは重要である。また、それは処分場の延命化にもつながる。そこで、まず行うべきことは排出された「ごみ」の性質を知ることである。発展途上国にはインフォーマルなリサイクルシステムがあることが多く、通常、有価物は売買されている。そのシステムを利用して、もっと有価物を回収すればごみはある程度減るはずである。本プロジェクト実習は、そのような考えに則って、アジアの国で発生する家庭ごみの性質を現地調査により明らかにすることを目的としている。これまでも、マレーシアでごみ組成調査を行った経験がある。今年度は、プロジェクト実習3（国際）として、中国での実習が2件とインドネシアでの実習が1件である。中国の1件は武漢市における調査で中国出身の陳 欣が実施した。中国・武漢は1000万人を超える大都市である。多くの住宅地が各地にあり、高層アパートが群になって1つのコミュニティを形成している。そのコミュニティから排出されるごみをサンプリングし、組成を分析する調査を行った。中国のもう1つの調査は、新疆ウイグル自治区ウルムチ市における調査である。ウイグル出身のシャリパ ズヌンが実施した。ウルムチ市でも武漢市と同様に住宅地においてごみ組成調査を行った。ウルムチ市では市外に巨大な近代的最終処分場を建設しており、それについて訪問することもできた。一方、インドネシアはバンドン市であり、インドネシア出身のミフタ アルディアンティが実施した。バンドン市に限らずインドネシアではごみ収集はコミュニティが雇うごみ収集人が行う。またウェストピッカーと呼ばれるごみ拾いを家業とする人々が捨てられたごみの中から資源化物を回収する。家庭ごみにどれだけの資源化物が含まれているのかをごみ組成分析により明らかにする。



武漢市の街並み(internet より)



武漢市での調査地



ウルムチ市の街並み



巨大な最終処分場 (ウルムチ市)



バンドン市の街並み



バンドン市郊外の最終処分場

なお、プロジェクト実習1（学内）では、ごみ組成分析手法の基礎知識を学ぶこととし、具体的には加熱器を用いた強熱減量の測定、ポンプ発熱計を用いた発熱量の測定、CHN/S計を用いた元素分析などについて、ごみサンプルの取り方、計量、前処理なども含めて原理と操作手順を学んだ。プロジェクト実習2（地域）では、岡山市東部クリーンセンターにおいて、ごみ組成分析のやり方を実際に経験した。これは各自が海外でごみ組成分析を行えるようにするための訓練の意味がある。プロジェクト実習3（国際）では、ごみ組成調査の他に、住民に対するごみリサイクルに関するアンケート調査も行っている。事前に、大学に置いてアンケート調査の質問内容について議論し、現地でアンケート調査あるいはヒアリング調査を実施し、大学においてデータ入力・集計を行った。



加熱器

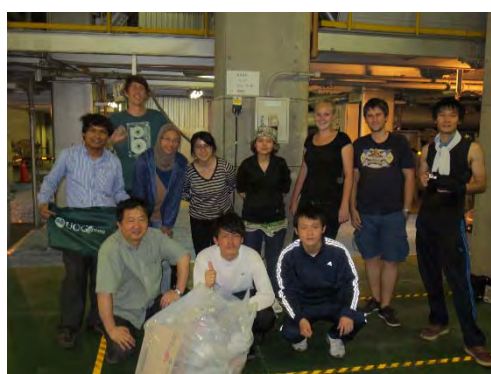


発熱量分析計



CHN/S 分析装置

プロジェクト実習（学内）で使えるようになった機器分析



プロジェクト実習（地域）岡山市東部クリーンセンターにおける
ごみ組成調査（履修者3名と手伝いの学生及び指導者）

実習報告書

48424308 シャリパ・ズヌン

48425307 サフェトリ ミフタ アルティアンティ

48425309 陳欣

・学内レベル

学内レベルでは、可燃ごみの分析測定実験法および測定機の使用方法について学習を行った。学んだ方法を岡山市東部クリーンセンターから採取してきた試料の分析・測定に応用した。学んだ測定項目は①物理化学特性②化学特性であり、物理化学特性には、物理組成、三成分（水分、可燃分、灰分）発熱量などで、化学特性には、元素組成（C,H,O,N）である。

1. 三成分（水分、可燃分、灰分）

①水分：採取試料を項目ごとに $100 \pm 5^\circ\text{C}$ で（約48時間）蒸発させて得た部分。乾燥機を用いる。

②可燃分：乾燥した試料をミキサーで粉砕し、 800°C 、2時間で燃やす。その時、なくなった部分が可燃分となる。小型の焼却炉を用いる。

③灰分：焼却炉で完全に燃焼させた後に残る部分である。

2. 発熱量：乾燥破碎試料から約1gを分取し、ボンブ熱量計で高位発熱量（Kcal）を測定する。

3. 元素組成：C,H,O,Nの機器で分析測定する。（2400 Series11 ,CHNS/O Analyzer）



(a) 持ち帰ったサンプル



(b) 乾燥機



(c) ヒーター



(d) CHNS 分析装置



(e) カロリー分析装置

図1 ごみ組成分析のための核種実験装置

・ 地域レベル

はじめに

岡山市の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て、また入れられるごみの特徴を知る目的とする。

日時及び場所

日時： 平成 25 年 6 月 4 日 9：00－17：00

場所： 東部クリーンセンター（岡山市）

調査方法

① 縮分

岡山市のごみ組成調査に準拠してごみ袋サンプルを縮分する。まず、調査当日に焼却施設に搬入され、ピットに投入された複数の有料指定袋（黄色い袋）の中から、大袋(45L)・中袋(30L)・小袋(20L)・特子袋(10L)・超特子袋(5L)の 5 種類に分類して、無作為に選択する。次に、選択サンプル数の袋重量を測定し、重量分布を保持するようにバランス良く分析サンプルを抽出する。

② 組成分類

分析サンプル 1 袋の中身を机に広げてごみ分類別に粗分類し各々を大型ボウルに入れる(1種類あるいは2種類のごみを1つのボウルに入れる)。大型ボウルごとに担当者が付き、粗分類されたごみを商品種別に細分類し、それぞれを小型ボウルに入れる。最後に小型ボウルの重量を計測し、結果を記録用紙に記入する。

結果・まとめ

全体的に組成分類を行ったごみ袋数は 31 袋で、合計量は 97.65kg となる。各容量のサンプル数を以下の表 1 に示す。31 袋のうち、20L の袋で厨芥が全く入っていない特殊な袋があったため、その袋を除いた 30 袋の分析を行なった。

指定ごみ袋容量	45L	30L	20L	10L	5L	合計
選別数量	34	46	52	17	3	152
選択数量	12	12	12	8	3	47
組成分類数量	7	7	7(6)	7	3	31(30)

表 1: 調査サンプル数 (袋)

ごみ分類では、厨芥類が 46% と一番多く、続いて紙（可燃＋資源）が 30%、プラスチックは 18% となった。資源化可能なごみの割合は 16% であり、約 15kg であった。図 1 にごみ分類の結果を示す。

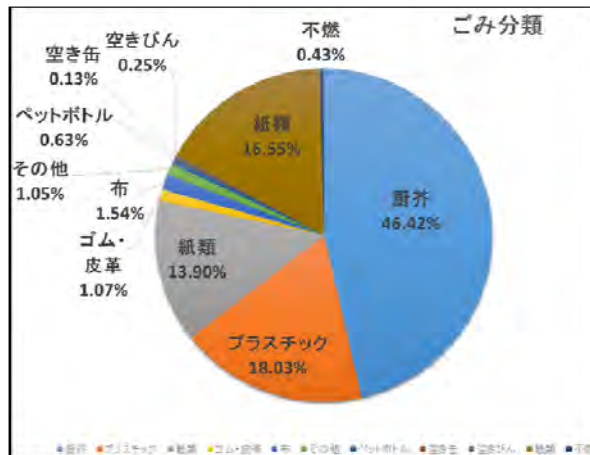


図1 ごみ種類別組成分析結果 (岡山市)

消費項目別に見ると、食品関係より発生するごみが57.45%で全体の半分以上を占めている。それに身の回り用品17.6%が続く。食品関係全体（食品+飲料）では63%（約54kg）にも及ぶ。図2に消費項目の結果を示す。

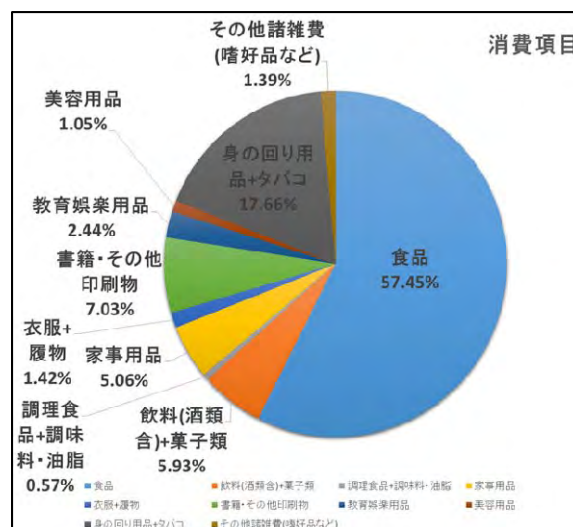


図2 消費項目別組成分析結果 (岡山市)

今回、ごみ袋 30 袋を調査した中で、紙や庭ごみが大半を占めるといった袋も含めた上でこの結果が出ているので、家庭ごみとして 6 割近くが食品関係のごみとして捨てられていることがわかった。ごみ分類別では、厨芥、プラスチック、紙類が全体の 9 割以上を占めていることがわかった。

3. 国際レベル

3.1 ウルムチ市における家庭ごみ組成分析の調査について

国際レベルでは、ウルムチ市における家庭ごみ組成分析の調査をした。ウルムチ市は中国・新疆ウイグル自治区の首府（7区1県）で人口約311万人（2011年）、天山山脈の北側を通るシルクロード天山北路、標高924mの高原に位置するオアシス都市である。都市における一日当たりの一般廃棄物総排出量は3000tあり、一日一人当たりのごみ発生量は1.1kgである。家庭からのごみ分別収集は行われておらず、ごみはすべて埋め立て処分場に直行している。

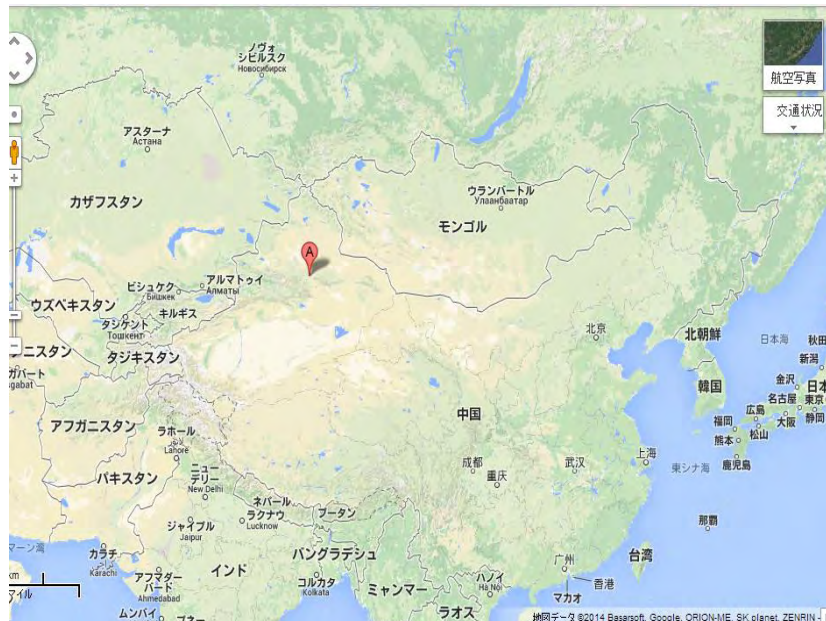


図1 ウルムチ市の位置

3.2 ウルムチ市西山大浦沟廃棄物衛生埋立処分場の視察

まず、市郊外に設置されているウルムチ市西山大浦沟廃棄物衛生埋立処分場へ見学に行った。当処分場は都市中心から16km、一番近い住宅集中地域から5.2km離れている。ここでは一日当たり2000tのごみが処分されている。構造は右図に示すように、強固なシートを埋立地全面に敷設し、メタンガス回収のためのガス抜き管が設置されている。浸出水は集水管に収集され、浸出水処理施設で処理されている。



図2 埋め立て処分場

3.3 家庭ごみの組成分析

次に、ごみ減量化や資源化の検討するために基礎データの収集が必要と考え、家庭系ごみの組成について調査を行った。調査作業日は、2013年8月19日、21日、23日、26日である。

1) ごみ組成分析と結果

ウルムチ市市内に位置している天山区、サイバグ区、新市区、水磨溝区の4つの区を調査地域として、一日に1区を対象として住宅地（団地）前にある家庭ごみステーションへ排出されたごみの中から合計100kgの試料をランダムに抜き取って、ごみ組成選別作業地に運んでもらい、分類項目に基づいて、分類、計量等の作業を行った。

その結果、得られたウルムチ市のごみ組成分布を図3に示す。4つの区で収集したごみを合わせて統計をとったところ、厨芥類が48%を占め量が一番多かった。特に、紙類とプラスチック類がほぼ同じく19%を占めた。「紙類」の中では資源化できる紙類が53%、「プラスチック類」の中では資源化できるプラスチック類が15%を占めた。ごみ袋が36%を占めた。また、有害・危険物として乾電池、充電機、ライター、体温計などとプラスチック、ガラス製の医療系廃棄物として注射器、注射瓶などが0.81%を占めていた。

岡山市のごみ組成分布を図4に表す。岡山市とウルムチ市のごみ分類組成を比較すると、厨芥類とプラスチック類の割合の差は小さかった。（ウルムチ市ではペットボトルをプラスチックとして計量した）。紙類については、ウルムチ市が岡山市より多く含まれており、その原因としてウルムチ市ではトイレで使用する紙を水で流さずごみバックに捨てることが考えられる。ティッシュペーパーとおむつの量が紙類の47%を占めた。ガラス類、金属類などがウルムチ市の場合では、分別されていないため岡山市より割合が高かった。

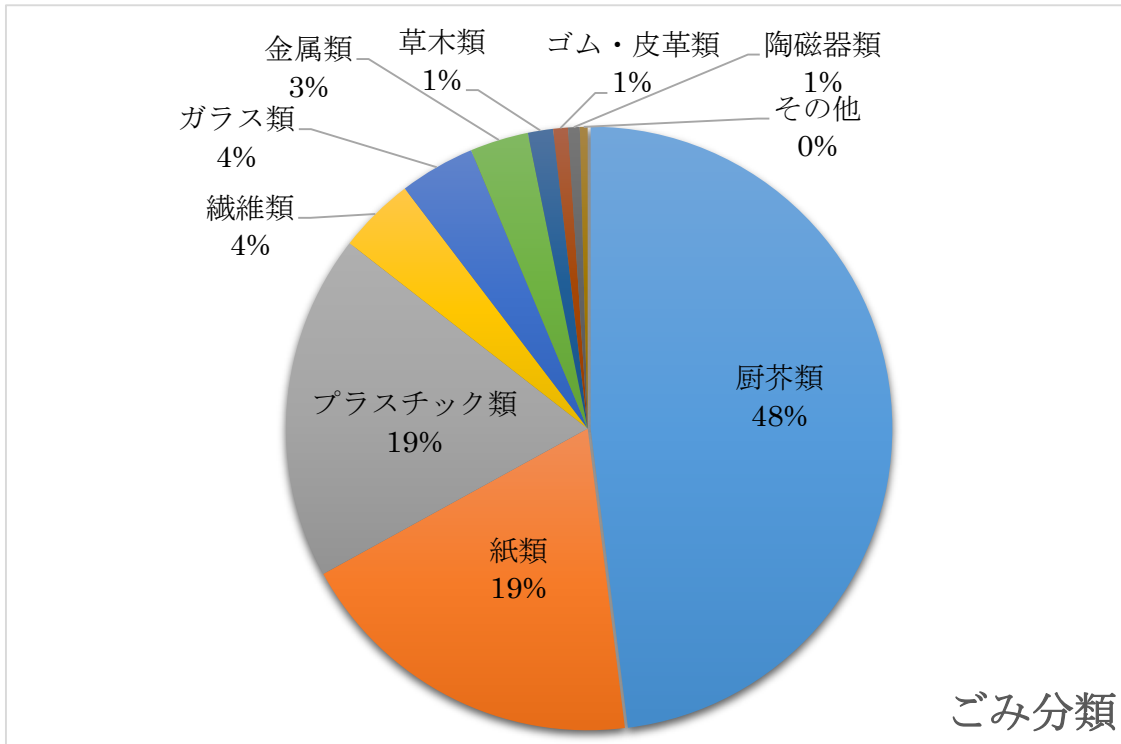


図3：ごみ分類（ウルムチ市）

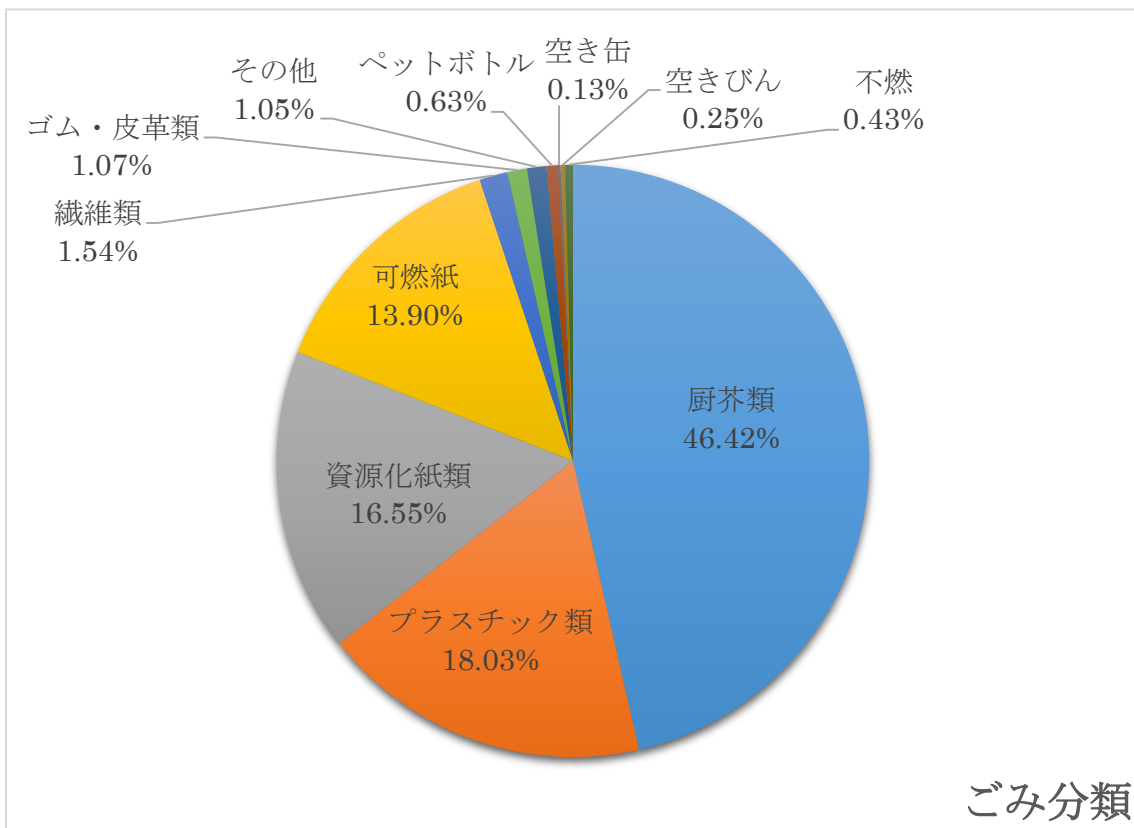


図4：ごみ分類（岡山市）

2) 家庭ごみ調査と結果

2013年8月28日から2013年9月17日にかけて、連続21日間、20軒の家庭に対して、毎日出るごみの量を組成ごとに分類、計量をした。15カ家庭に記録表、計り、ごみ袋を配り、一週間に一回の割合でデータを収集しに家庭に伺った。残りの5カ家庭には毎日その日のごみを収集しに行き、独自に分類、計量を行った。さらにごみ発生に関するアンケート調査を実施した。

1日1軒家庭当たりごみ発生量を平均値で見ると、831gであり、1日1人当たりごみ発生量が300gであることがわかった。また、結果のごみ組成分布を図5に示す。20カ家庭で発生した総合ごみ量(21日分)をごみ組成ごとにみると、厨芥類が58%紙類が17%プラスチックが10%を占めた。「紙類」の中では資源化できる紙類が65%「プラスチック類」の中では資源化できるプラスチック類が31%を占めた。ごみ袋が10%を占めた。それぞれの家庭で発生したごみの量が日々によって違った。理由についてはいろいろ考えられるが、まだデータ解析中であり、引き続き詳細に解析する予定である。

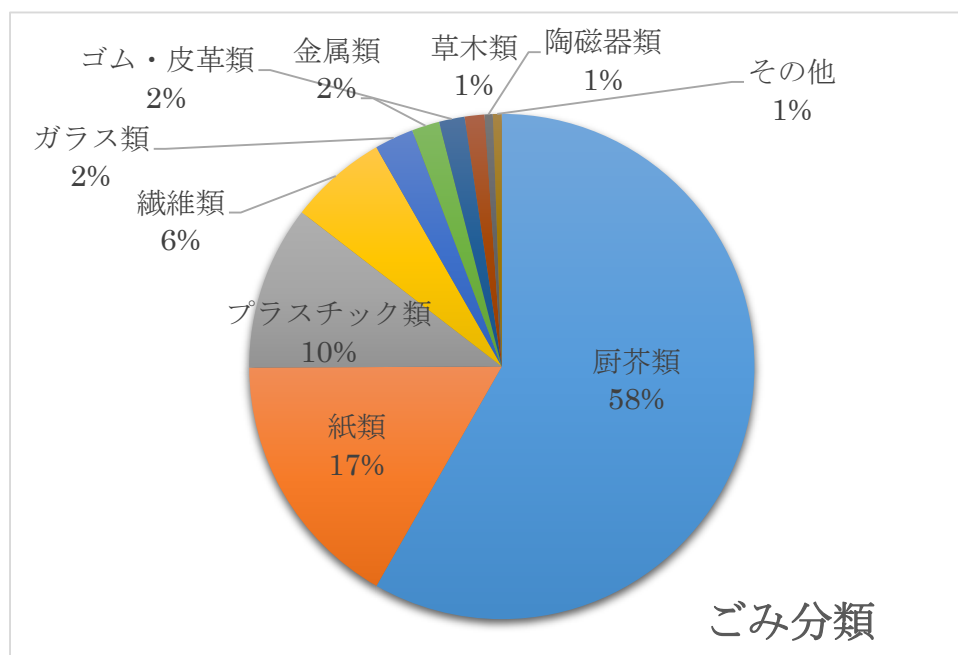


図5：ごみ分類（ウルムチ市）

3) 家庭ごみのアンケート調査と結果

2013年9月5日～2013年9月7日にかけて、天山区、サイバグ区、新市区、水磨溝区で住んでいる住民（ごみ排出者）に対しヒアリング調査をした。それぞれの区に位置していた小学と高校のクラス生徒に調査票を配布し、生徒はそれを家に持ち帰り、家長に回答してもらい、担当先生が集めた上でそれを回収した。さらに近所の人たちに質問票

を配り、同時に回収した。アンケート質問票の内容は「アンケート回答者の属性（8問）」、「ごみ問題への関心(8問)」、「ごみ処理の現状(8問)」、「3Rについての知識3問」、「資源ごみについて(3問)」、「ごみの分別について(4問)」、「参加について(3問)」などがあり、最後は回答者の意見を書きもらうようなことにした。

その結果、800通のアンケート質問票を配布し回収数が635通であったので、回答率は79%であった。アンケートの中で約10%の回答者が意見を書いた。

プロジェクト実習の感想

学内実習では、可燃ごみの質分析方法を学んだ。ごみ処理施設整備の計画、設計およびごみ焼却場のうまく運転のために、ごみの質を知ることは重要であることがわかった。また、実験用の機械などの使用方法を学んだことで、貴重な知識を得たと思う。

地域実習として、岡山市のごみ焼却場に見学に行き、焼却炉の煙突タービンの綺麗な様子を見て、びっくりした。日本の場合ではダイオキシンをはじめ大気汚染物がしっかりと処理および管理されていた。そのことで、日本が環境を守ることで非常に努力をしていることが実際に感じた。ごみ焼却技術に対する興味が深くなった。

また、岡山市におけるごみ組成分析の作業に参加した。そこで、勉強した作業方法を自分の研究で応用した。その結果、より正確なデータを収集することができたと思う。

国際実習において地元の廃棄物マネジメントの現状を知る機会があった。ウルムチ市でも廃棄物マネジメントが重視されていることがわかった。しかし、自治体だけの努力ではなくて、住民たちの協力も重要であることがわかった。

今回のプロジェクト実習において非常に良い経験を得たと思ったのは、英語で文章を作り、英語で発表することであった。今まで、英語で文章を作るや発表するなどの経験がないので、非常に緊張した。それで、研究室の学生達が発表の前に練習するチャンスを与えた。また、皆が自分のコメントをあげた。

本プロジェクトに参加させていただいたことで、自身の研究意義の重要性を強く実感することができた。そのため、藤原先生や研究室の学生達および岡山大学に感謝を言いたい。

今後、本実習を通して得た経験やデータの解析方法などを生かして、ウルムチ市におけるごみ処理・処分システムを検討したい。

プロジェクト実習成果報告

武漢市における新たなライフスタイルに向けた廃棄物マネジメント

48425309 陳欣

海外レベル

はじめに

中国の武漢市を訪れ、新たな居住スタイルによる廃棄物マネジメントの現状と課題を学んだ。武漢市は中国の中部、湖北省の東部に位置する市で、同省の省都である。人口は約1012万人、華中地域全域の中心都市であり、経済的重要性から大幅な自主権を持つ副省級市に指定されている。家庭ごみは一日6,000トン発生し、一日一人当たりの廃棄物発生量は約1.12Kgである。経済の高速発展により、都市住民の生活スタイルが著しく変わって、共同住宅がたくさん増えた。今回の調査対象である武漢市の百歩亭社区は最も典型的な例である。現在約12万人住んでいて、将来に30万人住める大きな住宅地域を開発する計画がある。

日時及び場所

日時：2013年8月28日（水）— 9月17日（火）

場所：武漢市百歩亭社区（図1）

調査内容

家庭ごみ組成調査及びアンケート調査を行った。



図1 調査の体調地域（武漢市内）

① ごみ組成調査

ランダムにごみ箱を集めて、中身を全部出して一つのごみ山を作る。そのごみ山を四分法で分けていき、最終的に合わせて一つのごみ山にする。そこでボールに分別されたごみを詰め込み、重量を量る。各ごみ分類で大まか（厨芥類、紙、プラスチック、金属等）に分けて、さらに消費項目ごと（食品、飲料、家事用品、教育・娯楽等）に細かくに分別する。そして、各重量を量り、記録する。50kg 達したら終了する。ごみ組成調査は合わせて 2 回を行った。

② 家庭ごみの発生及び組成調査

20 世帯を依頼して、専用のごみ袋を配る。毎日発生したごみを収集し分別作業を行い、得たデータを記録する。

③ アンケート調査

アンケート調査は住宅地内の高校に 500 枚を配って、住宅地内に限定してアンケート調査を行った。そのうちに 475 枚有効回答を回収できた。

結果とまとめ

ごみ組成調査の結果を図 2 に示す。ごみ分類では、厨芥類が 51.82% と一番多く占めた。それに続いてプラスチックが 11.77%、紙が 11.42% となった。資源ごみ（紙、

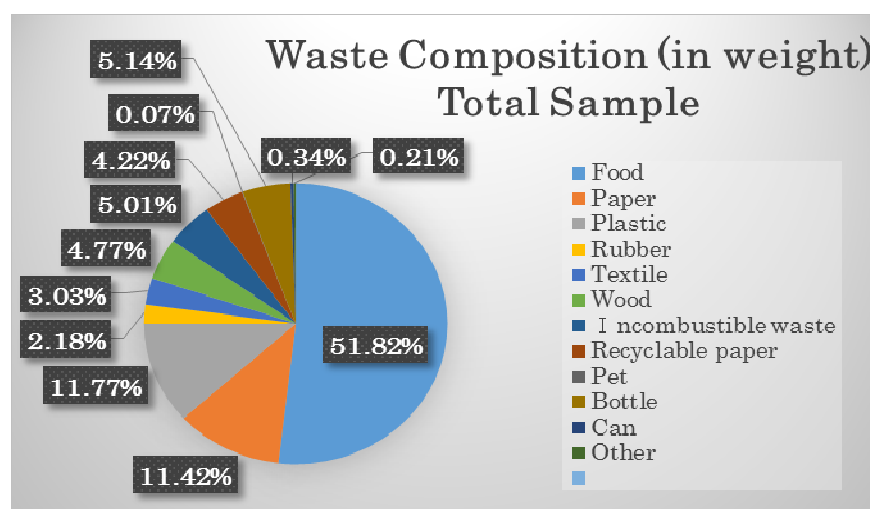


図 2 家庭ごみの組成分布

金属、ガラス、陶磁器及びペットボトル等）は合わせて 14.78% である。家庭では、資源ごみをためて、インフォーマル収集者あるいは廃棄物回収場に売ることがよくあるため、実際に発生した資源ごみの量が多いと推測する。

アンケート調査の結果では、住民の 92% はごみ分別に参加する意識を持ち、かなり高い賛成率であった。しかし、実際に 20 世帯にごみ分別作業を依頼するとき、面倒くさいとか分別する意味ない等理由で協力を得づらい現状であった。百歩亭社区居民たちはある程度の環境意識を持っているが、強力な規制及び法律がない限りごみ分別収集の実現は難しいと考える。

実習を終えて

48425309 陳欣

私は今回のプロジェクト実習を通して、ごみの分析方法や出身地の廃棄物マネジメント等を学ぶことができた。これからの研究に役立つ最も生なデータも入手できた。海外から採ってきたサンプルの分析を通して、日本のごみ質の違いが分かってきた。

分析実験は時間や体力的に大変だけど、自ら分析して結果を追求できて本当に達成感があふれてきた。プラスチック類サンプルを粉砕する時に、ミキサーが利かず、全部ははさみを使って手作業で完成した。分からないことがたくさんあるけど、研究室の先輩の丁寧な指導で順調に進んでいきます。

岡山市の東部クリーンセンターにおけるごみ組成実験は藤原研究室全員及びドイツの方々と一緒に参加した。初めてドイツの方と一緒に活動して、さまざまな情報を交換した。英語のコミュニケーションの重要性とその楽しさをより深く実感した。武漢市におけるごみ組成調査に貴重な経験を積み重ねた。



今回武漢市におけるごみ組成調査及びアンケート調査を通して、違う視点で自分の出身地を見直した。私にとって新鮮に視点であった。武漢市での調査は、暑くて悪臭が酷く、皆さんの協力で無事に終わった。ごみはほとんど分別されてないため、紙・プラスチック・金属・ガラス等の資源化物非常に汚れていた。これらの資源化物をリサイクルさせるためにかかなり人力を要ると考えられる。焼却炉はすでに導入されていたけど、技術及び管理上の不足により、ダイオキシン類の発生は深刻な問題となる。武漢市での最新式の埋立処分場の容量が迫っていて、すべてのごみ処理を焼却炉に頼るのは難しいと考える。そこでコストをほとんどかからないごみ分別収集を導入して、ごみ減量の効果をかなり期待される。その中、厨芥類の割合は最も多く 51.82%を占めていた。コンポストの導入も必要があると

思う。これにより最終処分量が減るのみならず、リサイクルされる量も増やすことができると考えられる。

国際レベル

Mifta Ardianti Safitri (48425307)

はじめに

バンドンの急速な成長は深刻な課題を提起しました。この状態は、都市部での固形廃棄物管理のための深刻な課題を提示します。本研究の目的は、バンドン市民の家庭廃棄物の分離偏析の意識と意欲を理解し、廃棄物管理に向けた市民の通常の行動や態度を理解している。

バンドン市のプロフィール

2010年のバンドンの人口は年間1990から2000（BPS、2007）との間の人口増加率は約1.15%で、200万人以上（BPS、2012）と推定。これは、エリア16676ヘクタール（BPS、2007年）をカバーし、その平均人口密度は2010（BPS、2012）で14494平方キロメートルだった。世帯数は平均3.8人の各家庭（BPS、2012）との644709世帯だった。

2011年のバンドン市の廃棄物発生量は、1日当たり約1500立方メートルで、52%が有機廃棄物（BPS、2012）である。全体の約66%が世帯（Damanhuri、2009）に由来。これは、固体廃棄物の発生量は2.5リットル/人/日（PD Kebersihan Bandung、2007）であった。

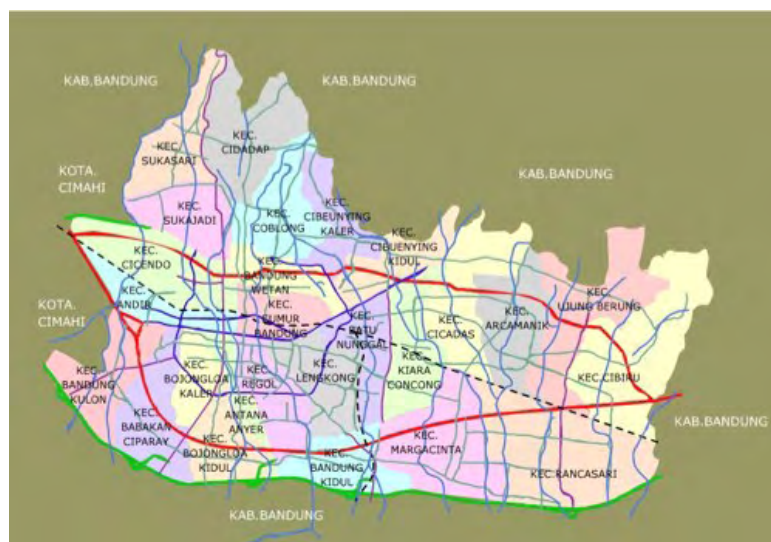


図1 バンドン市のプロフィール

彼らは、廃棄物、それらの 38%に配置された頻度に関する回答者からの情報が、彼らは週に廃棄物を 3 回に配置されていることを言った、24%は週に二回、その廃棄物を配置された。廃棄物を取るために、周波数非公式廃棄物収集訪問回答者の家に、この動作の特派。基本的にはすべての地区では週に廃棄物の収集の期間について、近隣にはインフォーマルな廃棄物のコレクターの間で様々な契約を締結している。二回と週に 3 回は、バンドンの近所の中で廃棄物収集の共通の周波数である。

平均回答者がより少ない 5 リットル (47%の回答者) と有機廃棄物 (44%の回答者) の 5~10 リットルの彼らの有機性廃棄物を配置された。そして回答者の約 89%がそのように非公式の廃棄物収集は廃棄物をピックアップし、それが駅を転送するために転送することができビンにゴミ箱に彼らの廃棄物を配置された。

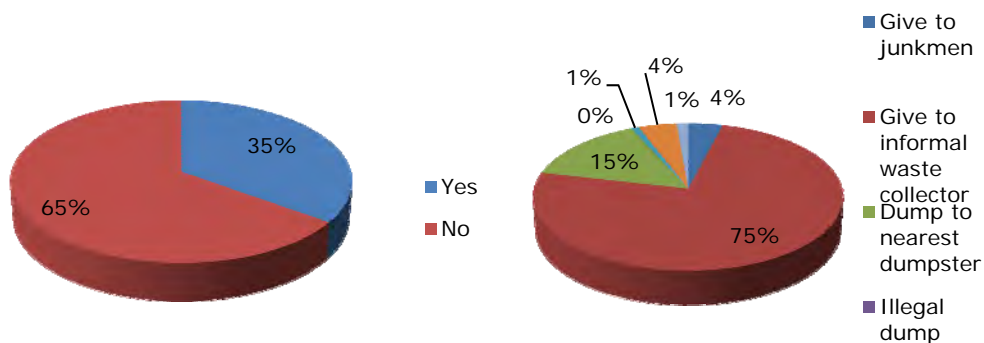


図 3 廃棄物偏析の割合

図 4 家庭用廃棄物処理

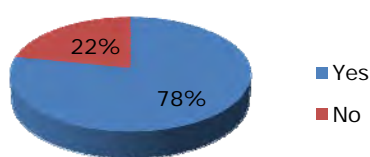


図 5 カテゴリに基づいて廃棄物を分離するために意欲

The Report of Practice Project

48424308 Sharipa Zunun

48425307 Safitri Mifta Ardianti

48425309 Kin Chin

Campus level

We learned the method of evaluating and analyzing the combustible waste and the usage rules of machine in the research room. We have applied these method for analyzing and evaluating the samples of the Easter Clean Center, Okayama City. The analysis of samples is for physicochemical and chemical



characteristics. The physicochemical characteristics is about the physical composition, three-component (moisture, combustible content and ash content) and the calorific value. For the chemical characteristics, we analyze the elemental composition (C, H, and N).

1. Three-Component

(1) The Moisture Content: Samples of every category are evaporated in $100 \pm 5^\circ\text{C}$ for 48 hours. Drying machine is used in this experiment.



(2) Combustible Content: The dehydrated samples are demolished by mixer. Then the demolished samples are burned in 800°C for 2 hours. The reduction of weight is combustible content. Small size incinerator is used in this experiment.



(3) Ash Content: The weight of the rest of samples which were completely burned by small size incinerator.

2. Calorific Value

Getting 1g of dehydrated and demolished sample, the high heating value is evaluated by Bomb Calorimeter.



3. Elemental Composition

CHNS/O Analyzer is applied to evaluating the C,



H and N of samples.

Regional Level: Eastern Clean Center Analyses

Foreword

The objectives of this activity are characterized household waste, weighed the weight and classified them into consumption items type from waste sample of Eastern Clean Center of Okayama City.

Methodology

1. Sorting

Sorting the waste by selected the sample from pit randomly. The procedures of sorting the waste are picking up the designated garbage bag for Okayama City (basically it has transparent yellow color and every citizen can buy it at supermarket) that was thrown into pit using arm loader. Then we take and choose randomly garbage bag with 5 different size categories. They are 45 L (big size garbage bag), 30 L (medium size garbage bag), 20 L (small size garbage bag), 10 L (very small garbage bag), and 5 L (ultra small garbage bag).

The chosen garbage bag then measured the weight and extract analysis sample in a good balance to maintain weight distribution.

2. Composition

To analyses the sample, first, spread the content of a sample of garbage bag on a table. Then each of refuse classified separately and put into large bowl. Every personnel attached every large bowl and subdivided the refuse based on its consumption type and put into small bowls. Each of the bowl is measured the weight and the result recorded into a given paper.

Results and Conclusion

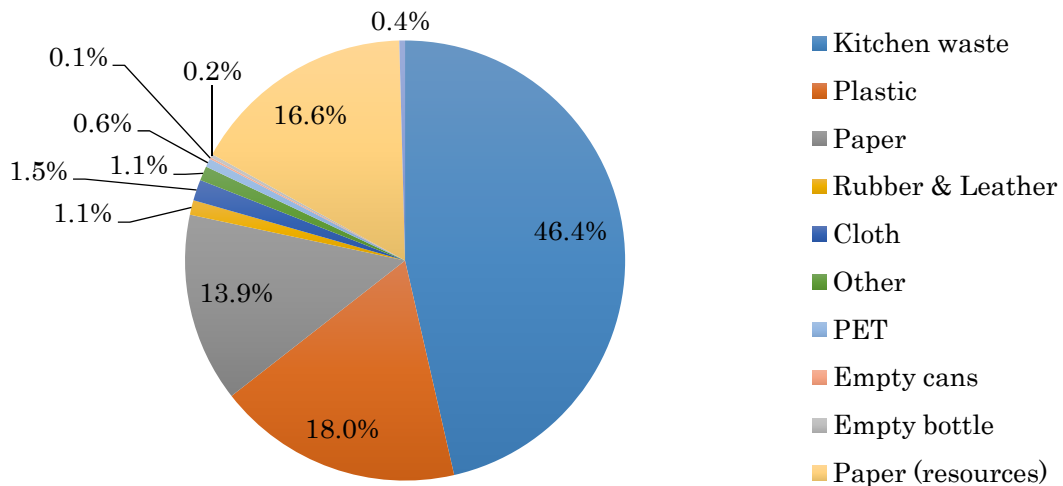
Total number of garbage bag that had been classified are 31 bags, with the total amount of the waste is 97.65 kg. **Table 1** below indicates number of sample of any space. From 31 bags, there is a special bag, 1 bag from 20L garbage bag did not contained organic waste. For the research purpose, we only carried out 30 bags for the analyses, the one special bag does not include.

Table 1 Number of Survey Sample

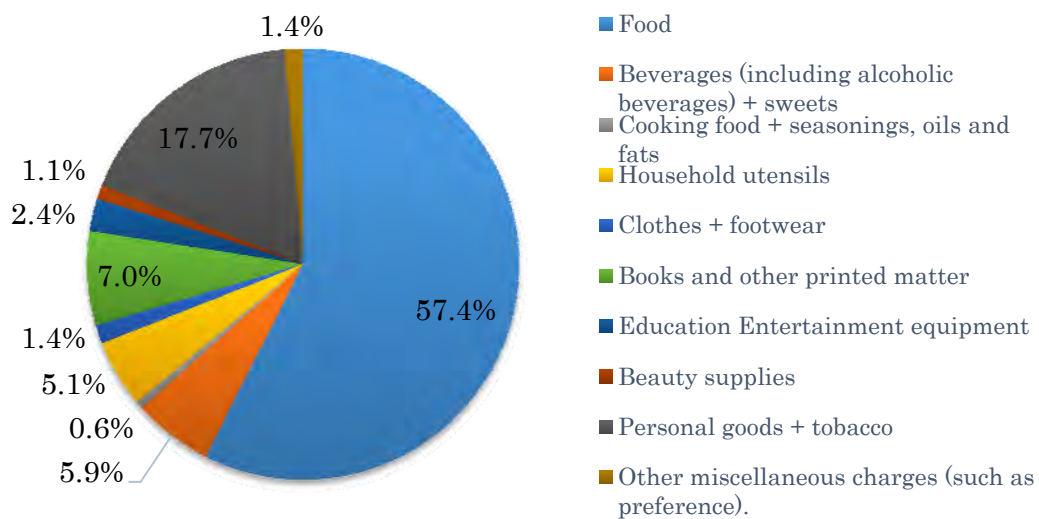
Garbage Bag Capacity	45L	30L	20L	10L	5L	Total
Screening Quantity	34	46	52	17	3	152
Selected Quantity	12	12	12	8	3	47
Classification Quantity	7	7	7(6)	7	3	31(30)

Result from waste classification founded that kitchen waste has the most proportion in total waste, that is 46.42%. The second largest waste is paper (incombustible and resource) in 30.45% of total waste and followed by plastic in 18.03%. Percentage of recoverable waste is 16%, and the approximately 15 kg. In **Picture 1**, waste classification results.

See different consumption items and garbage from food 57.45% in more than half of the entire occupiers. It lasts around products 17.6%. Food relationship altogether (food and beverages) to 63% (approx. 54 kg) range. **Picture 2** shows results of consumer items.



Picture 1 Waste Type Composition Analysis (Okayama City)



Picture 2 Consumption by Composition Analysis (Okayama City)

This time the garbage found that including among surveyed 30 bags, paper and garden wastes the majority of such bags on this result, so as household garbage as food-related waste dumped nearly 6 percent. Trash found in classification, occupies the entire 9 percent more than garbage, plastic, paper.

3. International Level

3.1 Research and analysis on household waste disposition in Urumqi.

Research on household waste composition analysis in Urumqi was conducted on international level. Urumqi is a capital city of Xinjiang, China, with population of 3.11million (2011). It is known as an oasis city at high altitude of 924m. The city is located on the Silk Road Tianshan Northern road which goes through the north of the Tianshan Mountains.

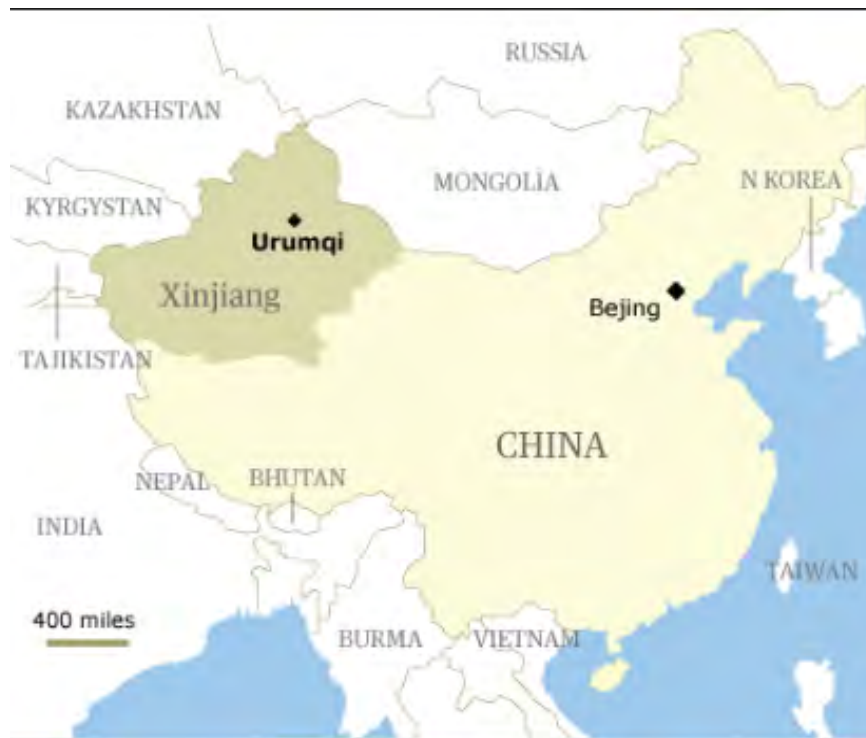


Figure: 1 Position of Urumqi

About 3000 tons of general waste are discharged daily within the city, which means about 1.1kg waste discharge per person a day on average. The waste from household is not sorted and all of the waste is driven to landfill sites.

3.2 Observation on Dai Pu Gou Landfill Site in Urumqi

Observation on Dai Pu Gou Landfill Site was the first action taken for this research.

First of all, we visited Dai Pu Gou Landfill Site for this research.

It is located 16km away from the city center and 5.2km away from the nearest residential area. About 2000 tons of waste are disposed daily on this site. The photograph below shows the structure of the landfill site. As can be seen from the photo,

the double of robust water shielding sheets were covered on the whole ground of the site, and the gas vent pipes and collection tubes are equipped for collection of methane gas. Leachate water is disposed after being treated through the leachate treatment facility. We know waste is increasing year by year.



Figure :2 Dai Pu Gou Landfill Site

3.3 Composition Analysis for household waste

In order to know the possibility of decreasing the amount of household waste or re-use it, collection of basic solid waste data is necessary. In this research waste composition analysis was conducted on the date of August 19th, 21st, 23rd, 26th in 2013.

1) The result of waste composition analysis

Four wards in Urumqi city, namely Tianshan District, Saibagu District, Shinshi District, Shuimougou District, as target sites. Sampling methods are shown as below:

1. To visit each of the sites on a daily basis.
2. Sample waste is taken from a waste station of each site.
3. The samples are taken randomly to be about 100kg totally.

Those samples were driven to the waste composition sorting work place to be classified, and weighted at the lace according to the category.

The result of waste composition analysis in Urumqi is shown on the Figure3. Statistically, kitchen waste account for the major part, with a proportion of 48%. Other major compositions are paper and plastic, which makes up 19%. In fact, 53% of paper and 15% of plastics are re-usable.

Hazardous materials, such as dry cells, battery charger, litters, thermometers, and also hospital wastes made by plastics or glass, such as syringe and injection bottle, had found 0.81% of total wastes.

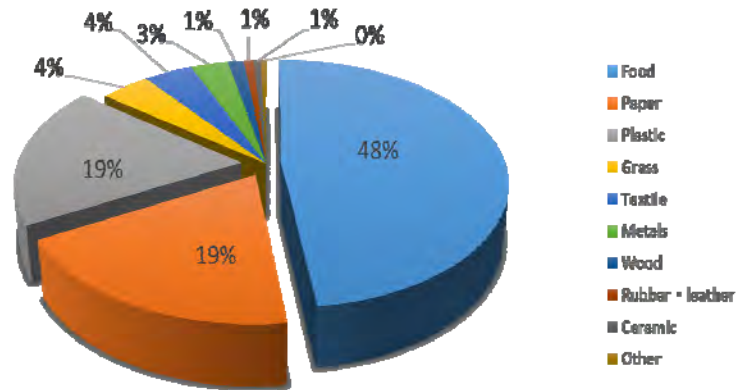


Figure 3: waste composition distribution (urumqi)

Figure 4 is the waste composition data in Okayama city. By comparing to each other, there was no big difference between Urumqi and Okayama in the rate of the kitchen and the plastic waste nevertheless plastic bottle occupies major part of plastic waste in Urumqi.

In terms of paper waste, there is a larger amount of it in Urumqi than that in Okayama. One of the reasons for this situation in Urumqi is that the toilet paper is not flushed into the toilet sinks but are disposed as household waste. The proportion of papers and diapers is 47% of the total amount of paper waste.

Because glass and metal waste are not classified in Urumqi, the figure about them in Urumqi are higher than that in Okayama.

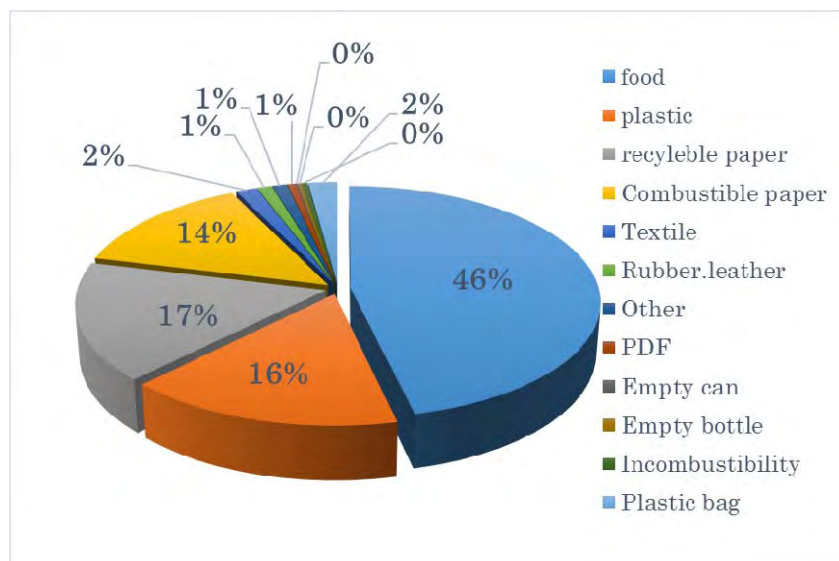


Figure 4: waste composition distribution (okayama)

2) The result of household waste research

From 28th of August to 17th of September in 2013, 20 households were visited during the 21 consecutive days, waste was sorted and weighted in each.

We handed out recording papers, a scale, and garbage bags to each of 15 households, and make them report us the data once a week. Moreover, we asked other 5 homes to give us the waste daily basis for direct analysis. Furthermore, a questionnaire survey on people's awareness on the production and discharge of wastes was conducted.

The result of waste composition data is shown on the picture 5. What can be seen from the composition of the total waste from 20 homes (21days), 59% of it is kitchen waste, 17% is paper, and 10 % is plastic. Interestingly, the amount of discharged waste on the daily basis varies in each household. There must be multiple factors contributing to this phenomenon which is still under a further investigation for more details.

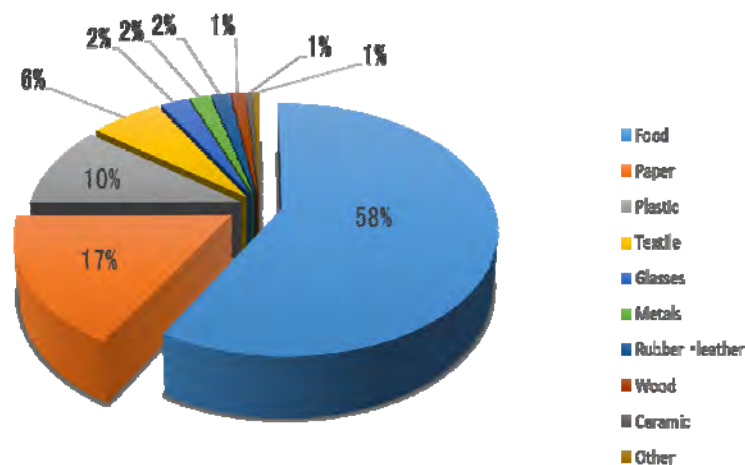


Figure 5: waste composition distribution (urumqi)

3) The research methods are as follow:

1. The research had been conducted from 5th September 2013 to 7th September 2013.
2. Targets are the residents in 4 wards such as Tianshan District, Saibagu District, Shinshi District, Shuimougou District.
3. Visit primary and high schools located in those wards were visited and the questionnaire forms were handed out to their students.

4. The students brought them back to their houses and gave them to their parents.
5. The parents answered the questionnaires and the forms were submitted to the teachers
6. The questionnaires were given to their neighbors and were collected after they were finished.
7. The questionnaires contain:
 - ① Basic informations (8 questions)
 - ② Their awareness on the waste problems (8 questions)
 - ③ Current condition of disposals (8 questions)
 - ④ Their knowledge of 3Rs (3 questions)
 - ⑤ Recyclable wastes (3 questions)
 - ⑥ Classification of wastes (4 questions)
 - ⑦ Participations (3 questions)
 - ⑧ There are some blanks given for participants to state their opinions on the waste problems

The results of survey on household waste

800 questionnaires were given to the targets and 635 responses were obtained. The response rate was 79%, and 10% of respondents gave their opinions in opinions details.

Household Solid Waste composition and Questionnaire survey in Wuhan, China

48425309 Xin Chen

Report of Activities for Project Practice: International level.

Visit and field research in Wuhan, China. August 28th – September 17th, 2013.

1. Introduction

Wuhan is the capital city of Hubei Province, People's Republic of China. What's more, Wuhan is also the most populous city in Central China. It lies at the east of the Jiangnan Plain, and the intersection of the middle reaches of the Yangtze and Han rivers. Wuhan is recognized as the political, economic, financial, cultural, educational and transportation center of central China. Wuhan has abundant rainfall and four distinctive seasons. Average temperature ranges from 3.7 °C to 38.7 °C, and annual precipitation totals 1,269 millimeters mainly from May to July.



Fig.1 Location of Wuhan, China

2. Method of Survey

At this survey, case study area is Baibuting community in Jiang'an district which is in the north of Wuhan. The population of Baibuting community is 120,000 people and the proportion is 3km². The waste generation is 1.21kg per capita per day. This survey was conducted in Yiheyuan community which one of the composition of Baibuting community.



Fig.2 Picture of Wuhan City



Fig.3 Map of target area

At this time, I conducted two surveys: a household survey for “Composition and Waste Generation”, and a questionnaire for “Quantifying the Awareness, and Willingness for SWM”.

On August 30, the questionnaire survey was conducted in selected household samples. At the same day, 500 questionnaires were delivered to Hantie High School for conducting the questionnaire survey.

On August 31, the 20 plastic bags for every household were delivered to selected samples. From September 1st to 15th, 20 samples waste were collected, separated every day.

On September 2nd, the first waste composition survey was conducted for 50kg in Yiheyuan community.

On September 10th, the second waste composition survey was conducted for 50kg in the same area.

On September 15th, the questionnaires were gathered. 475 valid responds were gotten.

3. Result and discussion

Result of waste composition survey is shown in Fig.4. The 51.82% corresponds to organic matter (food waste), 11.77% to plastic and 14.78% to recyclable materials (recyclable paper 4.22%, metal, glass and ceramics 5.01% and pet, bottle, can 5.55%).

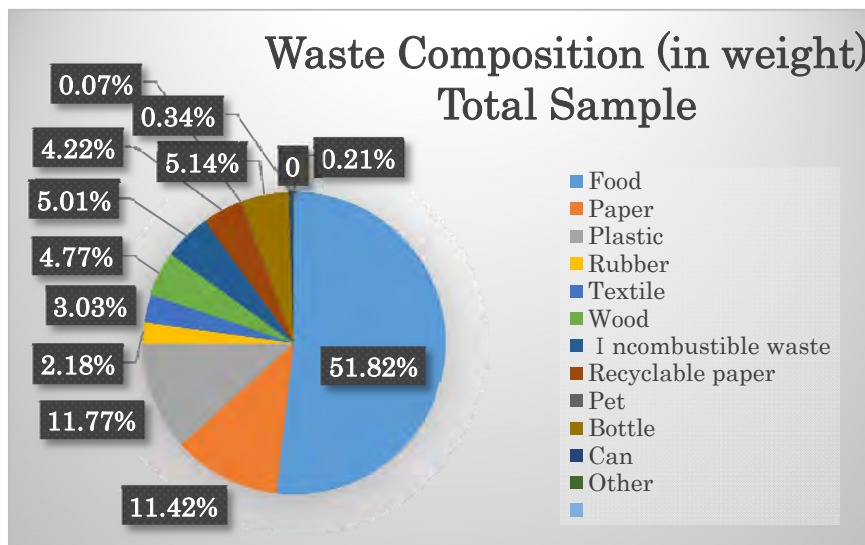


Fig.4 Waste composition of household waste

With the proper waste separation and 3R strategies it would be possible to divert nearly 78% of the current waste generation for Baibuting Community (145.2 Ton daily). Some households keep the pet bottle, can and paper for selling to informal collectors. For this reason, the real percentage of recyclable materials is estimated higher than the result of composition survey.

For the questionnaire survey, social-network was used. 500 of questionnaires were conducted and 475 valid responds were gathered. The rate of response for questionnaires is very high, especially for willingness on HSW management. 92% of responds have a willing to participate in the waste separation program. However, when I conducted the household waste composition and generation survey, 20 households indicated separation is troublesome and heavy burden. Although residents in Baibuting community have a certain extent awareness of HSW management currently, without a strong strategies or regulation, most of them still cannot implement the waste separation.

International level

Mifta Ardianti Safitri (48425307)

Foreword

Rapid growth in Bandung has posed serious challenge. This condition presents serious challenge for the management of solid waste in urban areas. Objectives of this study are understanding awareness and willingness of household waste separation and segregation of Bandung citizens and understanding usual behavior or attitude of citizen towards solid waste management.

Bandung Profile

Bandung population in 2010 estimated at over 2 million (BPS, 2012), with population growth rate about 1.15% between year 1990-2000 (BPS, 2007). It covers an area 16,676 ha (BPS, 2007) and its average population density was 14,494 km² in 2010 (BPS, 2012). Number of household was 644,709 households with average 3.8 persons each household (BPS, 2012).

Waste generation of Bandung City in 2011 is about 1,500 m³ per day and 52% is organic waste (BPS, 2012). Around 66% of the total originated from households (Damanhuri, 2009). Its solid waste generation rate was 2.5 l/capita/day (PD Kebersihan Bandung, 2007).

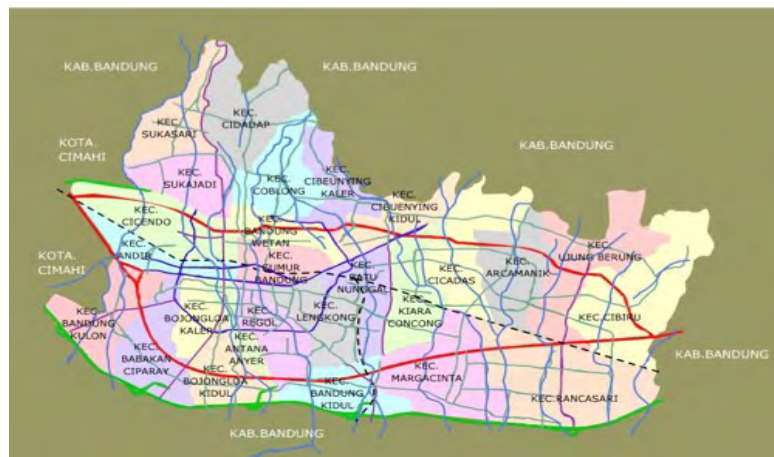


Figure 1 Bandung Map

Methodology

1. Household solid waste generation survey

Term: 31 August – 13 September 2013 (14 days)

Correspondent: 10 households

Respondents were given a plastic bag to keep household waste every day. Their household waste then were separated based on their waste consumption and weighed using digital scales. Results were inputted into the table.

2. Household questionnaire survey

Term: 19 – 30 August 2013

Questionnaire was administrated to 300 households in predefined area of Bandung, and conducted face-to-face or paper based questionnaire. The chosen areas are Karees, Gedebage, and Tegalega.

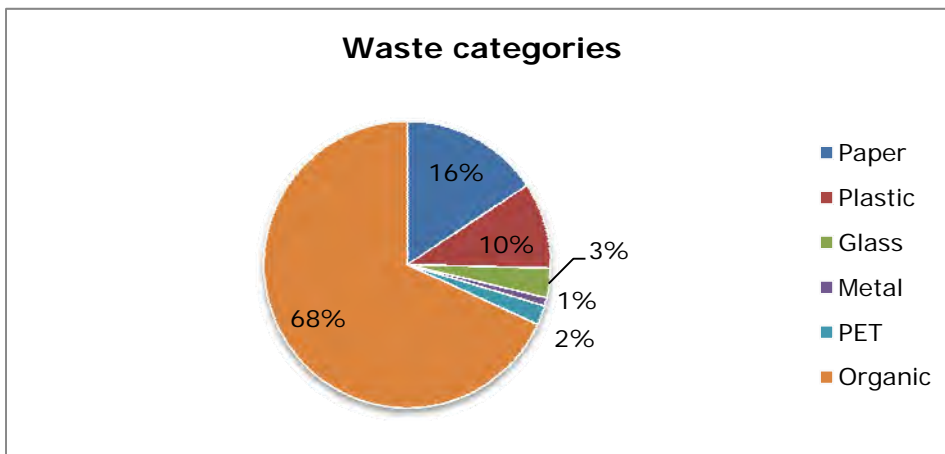
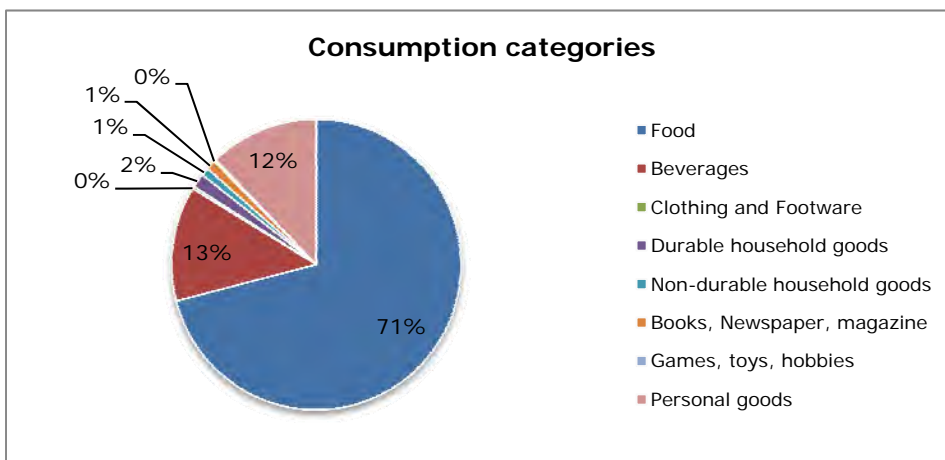
Survey was designed using stratified random sample. Based from Statistic of West Java Province (2011) percentage population of Bandung with low, middle, high income are 4%, 32%, and 64% respectively.

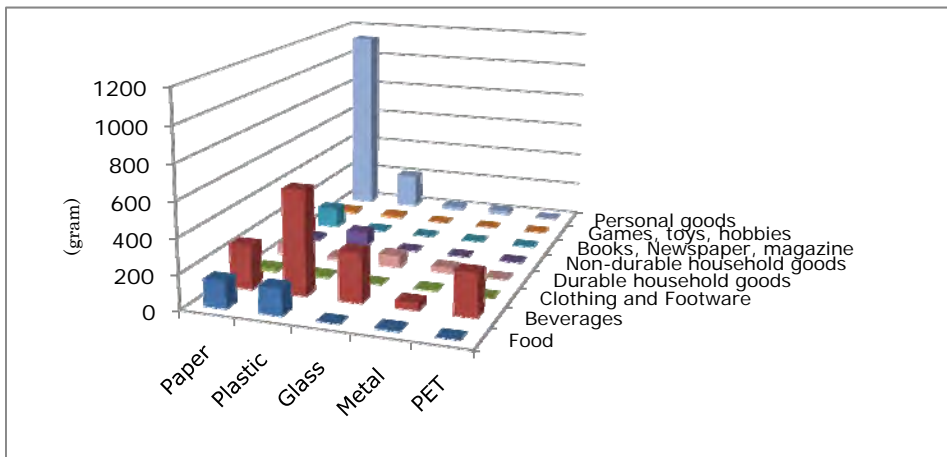


Figure 2 Study Area

Results

1. Household solid waste generation survey





2. Household questionnaire survey

To find out the condition household waste condition of our respondents, we ask to them about their attitude towards their waste segregation. Segregation here means that respondent be able and used to separate the organic waste and anorganic waste, or kitchen waste, recyclable waste, and anorganic waste. This attitude can be the pioneer to reduce municipal waste, since segregating organic waste and self treatment by composting can reduce from total generation of household waste.

Based from questionnaire survey, they admitted that 65% of them do not segregate their household waste in their house, wether 45% of them already carry out waste segregation in their house. Changing attitude to segregating household waste can reduce amount of municipal waste in general, because 66% of waste originating from household and consiste more than 50% of organic waste.

Second question we ask about treating their household waste, 75% of respondent said that they give their household waste to informal waste collector. This person usually collect neighborhood household waste by visiting from house to

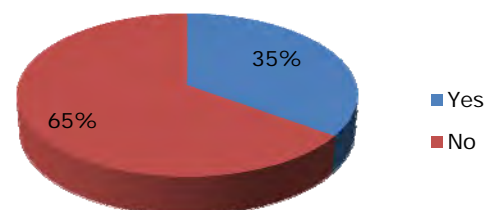


Figure 3 Percentage of Waste Segregation

house in neighborhood, and residents in a neighborhood collectively pay them monthly as retribution. Waste that informal waste collector collects will be gathered to transfer point or dumpster. From this point, person in charge that responsible to the waste change into formal sector managed by municipal.

Information from respondents about frequency they disposed their waste 38% of them said that they disposed waste three times in a week, 24% disposed their waste twice in a week. This behavior correspondent to frequency informal waste collector visit respondent's house to take the

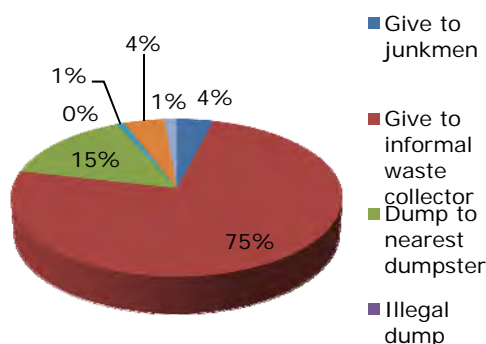


Figure 4 Household Waste Treatment

waste. Basically every neighborhood has different agreement between neighborhood and informal waste collector regarding period of waste collection in a week. Twice and three times in a week are common frequency of waste collection among neighborhood in Bandung.

Average respondents disposed their organic waste in less than five liter (47% respondents) and 5-10 liter of organic waste (44% respondents). And about 89% of respondents disposed their waste to trash bin so informal waste collector can pick the waste and transfer it to transfer station.

Willingnes of respondent

First question about willingness of respondent to separate their household waste based on categories. The categories here can be distinguished by organic waste that might consist into kitchen and garden waste, recyclable waste and also inorganic waste. 78% of respondents agree that they will segregate their waste in the future, and 22% of the disagree.

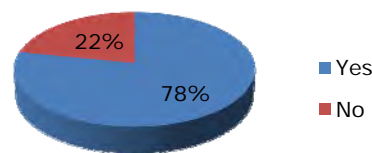


Figure 5 Willingness to Separate the Waste Based on Categories

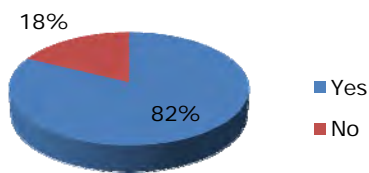


Figure 6 Willingness to Reduce Household Waste

Second question about willingness of respondent to reduce their waste. Reducing amount waste can be achieved by avoiding buy unnecessary items, buy product that can be reused, buy product with little packaging, reduce paper waste by cancelling unwanted mail, reuse some plastic and paper bag as bin or wrapping, recycling organic waste or treat them and make into compost for gardening.

And from survey we got, 82% of respondents agree that they will reduce their household waste in the future by doing above mentioned activities. Whereas 18% disagree to reduce their waste.

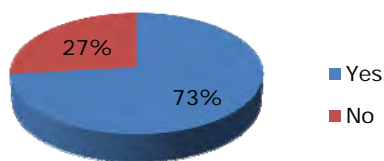


Figure 7 Willingness to Reuse the Reusable Items from Household Waste

Third question is observing respondent willingness to reuse the reusable items from their household waste. The reusable items are available in household waste, such as paper, cardboard, glass jar, plastic and paper bag, and others. This items can be used to another purpose. The more they used for another purpose inside house, the more longevity of this reuseable items.

Conclusions

Mainly respondent of this survey had not segregate their household waste, mixed it up among organic and organic waste. Their waste collected by informal waste picker they pay every month to collect and transfer their waste to transfer point or dumpster. Changing attitude to segragating household waste can reduce amount of municipal waste in general, because 66% of waste originating from household and consiste more than 50% of organic waste.

More than 70% of respondents have willingness to changing their current habit about treating their waste. Including separate and reduce their waste generation and also reuse the reusable items of their household waste.

