

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26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26年度 プロジェクト実習 成果報告書

目 次

- (1) 林地における植生管理の違いが土壌劣化に及ぼす影響
ーベトナム中部ゴム林および岡山北部針葉樹林における調査ー …… 1～17
指導教員：前田守弘 履修者：余田哲平, 大山翔平
- (2) ベトナム中部における農村環境と地域社会
ーゴムの生産・流通と地域変容ー …… 19～33
指導教員：生方史数 履修者：門脇勇樹, 松永蒼佑, 三浦綾華
- (3) ダナン市の廃棄物マネジメントにおける現状と課題 …… 35～43
指導教員：松井康弘 履修者足立裕紀
- (4) 同齡単一樹種植栽（モノカルチャー）が森林生態系の維持発達に与える影響 …… 45～55
指導教員：嶋 一徹 履修者：林 有生
- (5) パーム由来バイオマスの変換・利用技術に関する調査 …… 57～82
指導教員：Md. Azhar Uddin 履修者：出宮充崇, 檜和田 藍
- (6) マレーシアの廃棄物マネジメントにおける課題とその解決に向けて …… 83～93
指導教員：藤原健史 履修者：米田康人
- (7) カンボジアにおける最終処分場管理の調査 …… 95～100
指導教員：藤原健史 履修者：SENG Bandith

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

林地における植生管理の違いが土壤劣化に及ぼす影響 ーベトナム中部ゴム林および岡山北部針葉樹林における調査ー

岡山大学大学院 環境生命科学研究科
前田守弘, 生方史数

1. 概要

「アジア環境再生特別コース」の一環として、ベトナムフエ省および岡山県内における林地環境をテーマに、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、余田哲平、大山翔平の2名である。

2. 学内レベル【土壤・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：土壤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【岡山県加茂町における針葉樹林の間伐が土壤肥沃土に及ぼす影響に関する実習】

岡山県北部の間伐強度の異なるスギ，ヒノキ林を踏査し，わが国の森林保全の現況を把握した。また，間伐前後の斜面において土壤調査を行った。

- (1) 1月5日 6時間：岡山県加茂町
内容：土壤調査
講師：前田守弘，嶋一徹

4. 国際レベル【ゴムの管理が土壌劣化に与える影響】

ベトナムフエ省 Huong Binh 地域において、ゴム栽培の発展が土壌・水環境に与える影響を調査した。ゴム栽培における土壌管理が不適切な場合、降雨による土壌流出が生じ、土壌有機物や粘土含量が低下する可能性がある。本研究では、ゴム栽培経過年数と下草管理の違いに注目し、土壌劣化や水質汚染に及ぼす影響を調査した。

同省 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、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。今回の調査では、安全野菜栽培圃場における地下水調査を行った。

(1) 6月23日(月)～6月27日(金)：ベトナムフエ

6/23 概況調査 (Huong Binh)

6/24 ゴム林管理の聞き取りおよび土壌調査, 地下水調査

6/25 ゴム林管理の聞き取りおよび土壌調査, 地下水調査

6/26 ゴム林管理の聞き取りおよび土壌調査, 地下水調査

6/27 安全野菜圃場の地下水調査

(2) 研究方法

1. 聞き取り調査 (肥培管理, 下草管理など)
2. ゴム林土壌調査 (土壌粒径組成, 全窒素・全炭素含有量, 無機態窒素含有量, 可給態リン含有量, pH, CEC, 窒素, 炭素の安定動態比など)
3. ゴム林付近の地下水調査 (栄養塩濃度, pH, EC)
4. 安全野菜栽培圃場の地下水調査 (pH, EC, 各種測定)

講師：岡山大学 前田守弘, 生方史数, 嶋一徹, 金科哲, 守田秀則, 駄田井久

ノートルダム清心女子大学 二階堂裕子

フエ農林大学 Hoang Thi Thai Hoa

協力学生：Ha Thi Kim Thanh (岡山大学), Pham Viet Dung (北海道大学)

林地における植生管理の違いが土壤劣化に及ぼす影響
ーベトナム中部ゴム林および岡山北部針葉樹林における調査ー

環境生命科学研究科 社会基盤環境学専攻 48426165 余田哲平
48426153 大山翔平

1. 学内レベル: 土壤の分析手法の取得

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 土壤分析

かさ密度

土壤の体積当たりの質量を示す。深さ 5 ~10 cm の土壤を 100 mL コアに採取した。105°C で 24 時間乾燥後に秤量した。

土性

粘土、シルト、砂の割合。H₂O₂ で有機物を分解した後、粘土 (0.002 mm 以下)、シルト (0.002~0.02 mm) についてはピペット法、細砂 (0.02~0.2 mm)、粗砂 (0.2~2 mm) についてはふるいにて分画を求めた。

pH, EC

土壤 : 水 = 1 : 10 の懸濁液を pH メーター (pH/ION METER F-23, HORIBA) および EC メーター (CONDUCTIVITY METER DS-14, HORIBA) で分析した。

全炭素 (TC), 全窒素 (TN)

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

無機態窒素 (NO₃-N, NH₄-N)

2 M KCl (土壤 : 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 (Truog-P)

植物に利用される可給態 P を示す。トルオーグ P (1 M H₂SO₄ および (NH₄)₂SO₄ の混合

溶液, 土壤 : 溶液 = 1 : 200) で抽出後、オートアナライザーで分析した。

全リン (TP)

土壤を 550°C で 1 時間灰化させた後に 2M H₂SO₄ (土壤 : H₂SO₄ = 1 : 50) で抽出後、オートアナライザーで分析した。

2. 地域レベル : 岡山県北部針葉樹林における間伐が土壤流出に与える影響

2.1 背景および目的

岡山県北部の人工林では定期的に定性間伐が行われる。しかし、間伐強度の違いによる土壤流出への影響はよくわかっていない。本研究の目的は岡山県北部の針葉樹林を調査地とし、間伐が土壤流出に与える影響を明らかにすることである。そのため、間伐している地点としてない地点からそれぞれ土壤を採取、分析した。

2.2 調査地概要

岡山県津山市加茂町のヒノキおよび杉の針葉樹林において間伐をしている地点としてない地点の 2 地点から土壤を 3 サンプルずつ採取した (2015 年 1 月 5 日)。採取地点はどちらも傾斜約 40 度で、2 地点間の距離は約 70 m で、間伐率は 30% だった。間伐してない地点の植栽密度は 1330 本/ha、間伐している地点は 930 本/ha だった。間伐は 2014 年の 9~10 月の間に行われた。今回は基礎調査として土壤のかさ密度、pH、EC を分析した。

2.3 結果

かさ密度は2地点とも 0.8 g cm^{-3} 程度で差はなかった (図 1, $p > 0.05$) . pH も2地点とも 4.0 程度と酸性を示し, 差はなかった ($p > 0.05$) . EC は間伐あり地点で $26 \mu \text{ S cm}^{-1}$, 間伐なし地点で $20 \mu \text{ S cm}^{-1}$ と2地点間で少し差があった (図 2) .

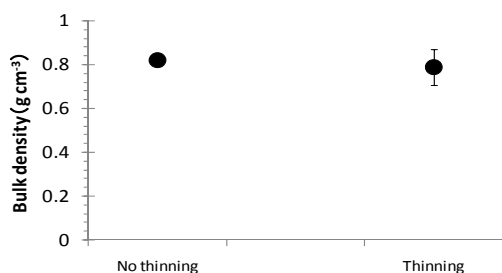


図 1. 各地点におけるかさ密度

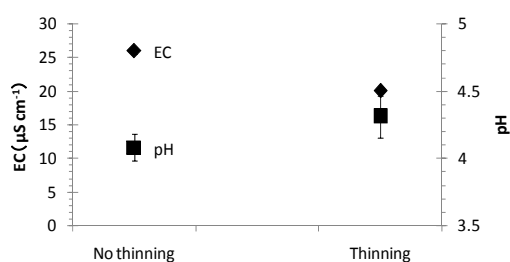


図 2. 各地点における pH, EC

2.4 結論

岡山県津山市加茂町の針葉樹林では間伐は pH, かさ密度に影響しなかったが, EC では差が生じた. 前回の間伐からの期間が短いため, 土性や栄養塩含有量などの追加調

査が必要である.

3. 国際レベル: ベトナム中部ゴム林における異なる下草管理が土壌流出に与える影響

3.1 背景及び目的

ベトナムのフエ省 Huong Binh 社の Huong Loc 村では 1993 年から政府プログラム 327 によってゴム栽培が行われている. ゴム林ではヘビ防除や作業性向上のために除草が行われている. しかし, 下草がない状態では土壌流出が起こりやすく, 栄養塩流出によって土壌劣化が起こる可能性がある. 本研究の目的は, 異なる除草管理が土壌流出に与える影響を明らかにすることである. そのため, 年 2 回除草している 1 農家と年 1 回除草している 2 農家に対してゴム林の肥培管理の聞き取り調査を行い, 土壌を採取した (2014 年 6 月 23–27 日) .

3.2 調査地概要

調査地はベトナムフエ省 Huong Binh 社 Huong Loc 村のゴム林で, 年 2 回除草をしている地点 (傾斜 4.2 度) と年 1 回除草をしている地点 (傾斜 5.9 度) を選んだ. 傾斜に沿って, 上部, 中間部, 下部に分け地表面から 0–2.5, 2.5–5, 5–10, 10–15 cm の層から土壌を 3 連で採取した (図 3) . 分析項目は土性, pH, EC, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, Truog-P , TN, TP である.

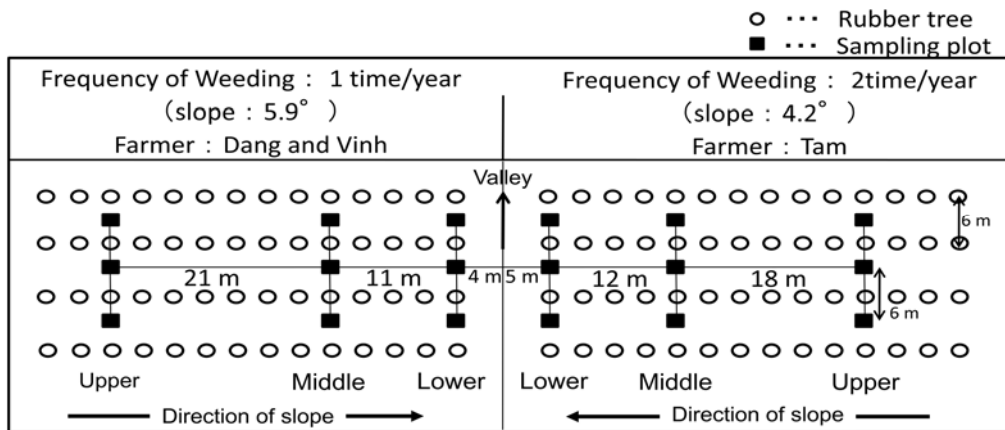


図3 調査を行ったゴム林の概要

3.3 結果

3 農家ともゴム栽培の開始は1993年，植栽密度は550本/ha，化学肥料はN:P:K=16-16-8を使用していた。施肥方法は4本の木の中心に穴を掘りそこに化学肥料を投入する方法であった。施肥量は年2回除草している農家は0.50 kg/穴 (28 g/m²)，年1回除草している農家は0.15, 0.30 kg/穴 (8, 17 g/m²)であった。除草の方法は，年2回除草の農家は機械で，年1回除草の農家は機械と農薬で除草していた。

土性はどの地点もシルト，粘土の割合が砂に比べかなり低かった(図4)。pHについては除草頻度による差がみられなかったが，どの地点も5.0程度と酸性であった(図5, $p > 0.05$)。ECについても除草頻度による差はみられなかったが，どの地点も低く，調査地全体の栄養塩含有量は少ないと思われた(図6, $p > 0.05$)。無機態窒素はNH₄-Nについては除草頻度による差はみられなかった(図7, $p > 0.05$)。NO₃-Nも同様だったが，NO₃-Nは下部もしくは浅い土層により多く含まれていた(図8, $p > 0.05$)。Truog-Pについても除草頻度によ

る差はみられなかった。また，下部の0-5 cmにのみ含まれていた(図9, $p > 0.05$)。TNについても除草頻度による差はみられなかった。また，無機態窒素よりもTNがかなり多いことから調査地の窒素はほとんどが有機態だった(図10, $p > 0.05$)。TPについても除草頻度による差はみられなかった。(図11, $p > 0.05$)。

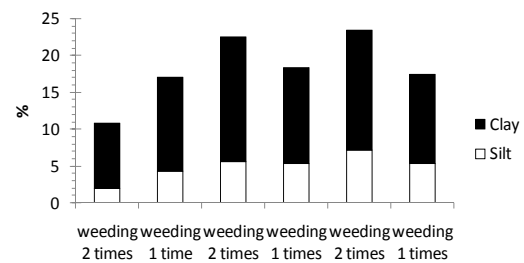


図4. 各地点のシルト，粘土の割合

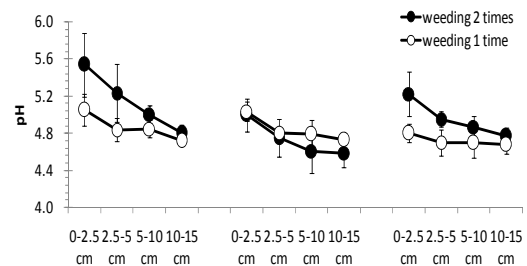


図5. 各地点におけるpH

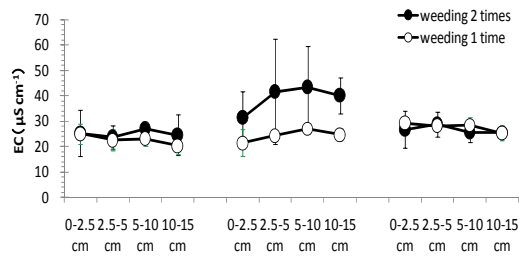


図 6. 各地点における EC

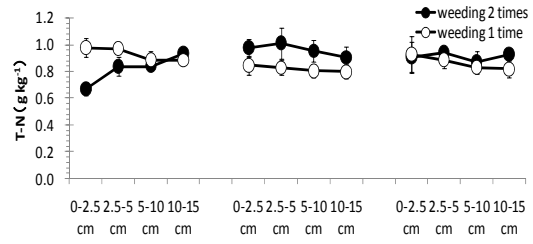


図 10. 各地点における全窒素含有量

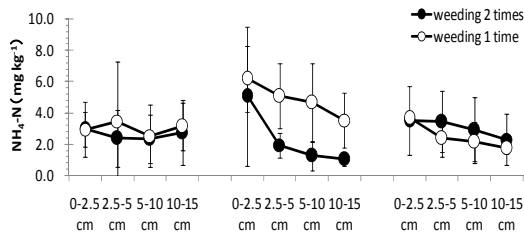


図 7. 各地点におけるアンモニア態窒素含有量

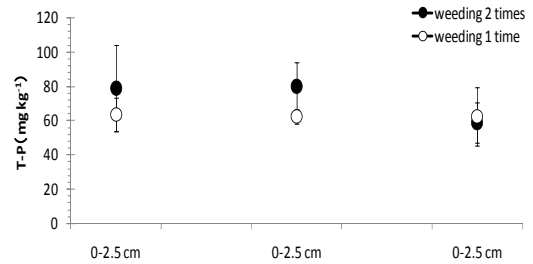


図 11. 各地点における全リン含有量

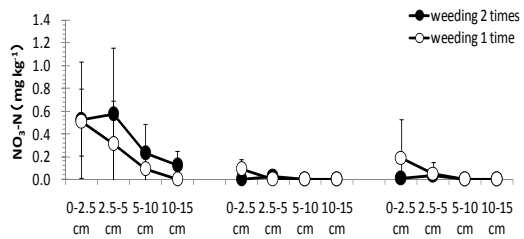


図 8. 各地点における硝酸態窒素含有量

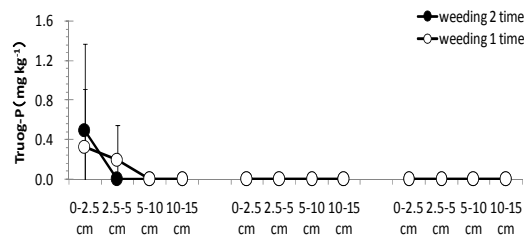


図 9. 各地点における可給態リン含有量

3.4 結論

今回調査した年 2 回除草する地点と年 1 回除草する地点では、どの分析項目もほぼ差がみられなかった。また、上部、中間部よりも下部で $\text{NO}_3\text{-N}$ や Truog-P の含有量がやや多かった。以上のことから、除草回数によらず同様の土壌流出が起きていると考えられる。今後は、調査ゴム林を増加し未研究の成果を確認する必要がある。

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

48426165 余田哲平

私は今回のプロジェクト実習を通して普段の大学生活では得られなかった貴重な体験をすることができた。

学内レベルでは、土壌の分析手法について学んだ。ESD 実践論では持続可能な社会のためには様々な職種、人種、世代の人たちと協働することの重要性と自分達で問題に気づき実際に行動していくことが大事だということ学んだ

国内レベルでは、岡山県津山市の針葉樹林における間伐強度の違いが土壌流出におよぼす影響について調査した。その結果、pH とかさ密度については間伐の影響がみられなかったが EC にはやや影響していたことがわかった。

国外レベルでは、ベトナムフエ省 Huong Binh 社 Huong Loc 村のゴム林において下草管理の違いが土壌流出に与える影響について調査するために除草を年2回している地点と年1回している地点の土壌分析を行った。その結果、どちらの地点も土壌流出が起こっており、今回の調査地においては下草管理の違いは土壌流出には影響しないことが分かった。

今回の実習を通じて日本でもベトナムでも似たような環境問題があり、自分の国の環境問題を解決することは海外の環境問題を解決することにもつながるのだということを感じた。また、今回の実習でベトナムの農家の方々やフエ大学の学生達と交流したなかで自分の英語の能力の低さを実感した。しかし、たとえ言葉がうまく伝わらなくてもジェスチャーなどである程度はコミュニケーションが取れることが分かった。今まで自分は英語が話せないし外国の人とはコミュニケーションが取れないと思っており積極的に話しかけることができなかったが、今後は今までよりも積極的に話しかけてみようと思った。

最後に本研究を進めるに当たって、多大な協力をして頂いた岡山大学とノートルダム清心女子大学の先生方、HuongLoc 村の農家の方、フエ大学の関係者、そして学習を共にした大山君に感謝致します。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。

実習の成果と感想

環境生命科学研究科 社会基盤環境学専攻
4 8 4 2 6 1 5 3 大山 翔平

私にとってアジア再生特別コースにおける実習は、学内レベルから国際レベルまですべてにおいて普段では経験できない貴重な体験ばかりであった。本コースで学んだ各レベルについて所感を述べる。

[学内レベル]

学内レベルにおいては、約半年間、実験を通して土壌の分析方法を学んだ。普段コンピュータを用いた解析を主として行う研究室に所属する私には、ここで学んだ化学の知識は新鮮な感覚だった。普段にはない繊細な作業に戸惑いを感じることもあったが、これまでとは異なる視点から環境問題について考えることができるきっかけとなった。

[国内レベル]

国内レベルは津山市の針葉樹林を対象として間伐が土壌劣化に与える影響について調査した。今回の実習からだけでは間伐による影響は明確にはならなかったが、対象エリアの土壌が酸性土壌であること、ECで間伐の有無による差が見られることが示された。今後も引き続き更なる調査が必要であるが、本調査は今後に向けた基礎データを得ることが出来たと考えている。

また、本調査は岡山県北部の山間部で行ったが、岡山市の市街地との地形的な違いを痛感した。調査エリアは標高 600m、傾斜 40° という急勾配の地点となっており、冬には積雪により植生管理が困難な状況であった。このような、立っているのがやつの状況で作業を行う林業者の方々の有り難さを改めて感じる事ができた調査となった。

[国際レベル]

国際レベルではベトナム・フエ省の農村におけるゴム林を対象に下草管理の違いが土壌流出に及ぼす影響について調査した。本実習により、窒素・リンが傾斜地の下部で濃度が高い傾向が示され、土壌流出が起こっていることが示唆された。しかし、下草管理による違いは本報告だけでは明らかとなっていないため、調査エリアの拡大や調査時期を増やすなどさらなる調査の発展が必要であると感じた。

また、本調査でベトナムの農村部を訪れたことで、現地と方たちと交流の場を持つことができ、日本では決して経験できない貴重な時間を過ごすことができたと感じる。ベトナムと日本では食文化や生活環境が異なっていること、一方で農業者は作物や木材の価格変動に苦しんでいるという日本との共通点もあることなど、私にとって数多くの気づきを得ることができたプロジェクトだった。この経験を今後の人生に活かしていきたい。

最後に本プロジェクトにおいては数多くの方々から多大なるご協力を賜りました。また多くの方々からの激励の言葉もいただき励みとなりました。この場を借りて心より感謝申し上げます。ありがとうございました。

Influence of Different Vegetation Managements on Soil Erosion in Two Forests, Central Vietnam and Northern Okayama

Graduate School of Environmental and Life Science

48426165 Teppei Yoden

1. Laboratory level : Acquirement of soil analysis techniques

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

1.1 Soil analysis techniques

I learned analysis techniques of soil texture, Bulk density, pH, EC total carbon (T-C), total nitrogen (T-N), inorganic N (NO₃-N, NH₄-N), Truog-P (available P), total phosphorus (T-P) .

2. Domestic level : Influence of different densities of thinning on soil erosion in the Japanese cypress forest, Northern Okayama

2.1 Background

In northern Okayama, cypress forest is regularly conducted thinning to arrange the growing environment of coniferous trees like Hinoki and Cryptomeria. But thinning might influence to soil erosion by some form. To investigate this problem, we collected soil from thinning area and no thinning area in cypress forest in northern Okayama. And we studied about influence of different densities of thinning on soil erosion.

2.2 Sampling area and method

We collected soil from artificial forest in Tuyama city located northern Okayama (2015/1/5) . We classified thinning area and

no thinning area. In thinning area, Altitude was about 600 m and slope was about 40 degree and density was about 900 tree/ha. In No thinning area, Altitude was about 600 m and slope was about 40 degree and density was about 1300 tree/ha and thinning was carried out from September to October in last year. Distance between thinning area and no thinning area was about 70 m. We only analyzed pH and EC, bulk density.

2.3 Results

Bulk density and pH were no different by thinning ($p > 0.05$) . EC only had a little different. (Fig.1, 2) .

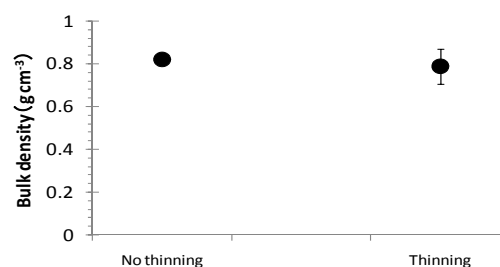


Fig 1. bulk density in each point

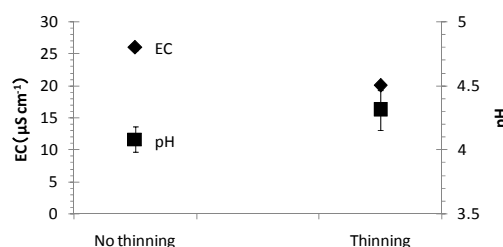


Fig 2. pH and EC in each point

2.4 Conclusion

Bulk density and pH had no difference by thinning. Only EC had difference by thinning. But difference was small. So we could not reveal about clear influence of thinning in this investigation.

3. International course : Influence of the different weed managements on soil erosion in the rubber forest, Central Vietnam

3.1 Background

In the Huong Binh area in Hue province in Vietnam, Many Farmers Cultivate rubber trees by government program that was established in 1993. Farmers carried out weeding to remove snake in rubber forest. However, little weed may lead soil erosion. In this study, we did interviews and collected soil to investigate

influence of soil physical properties and nutrient contents by weeding.

3.2 Sampling area and method

We selected rubber forest where weeding was carried out 2 times/year (slope was 4.2 degree) and 1 time/year (slope was 5.9 degree) in Houng Binh area in Hue province in Vietnam. We interviewed 3 farmers who managed this rubber forest. 1 farmer weeded 2 times/year and 2 farmers weeded 1 time/year. As shown in Fig 3, we classified each area to the upper part, the middle part, the lower part. And we chose three plots about all parts. We collected soil from each plot that divided by four layers 0-2.5 cm, 2.5-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm from surface. We analyzed about soil texture, Bulk density, pH, EC, NO₃-N, NH₄-N, Truog-P, T-N and T-P.

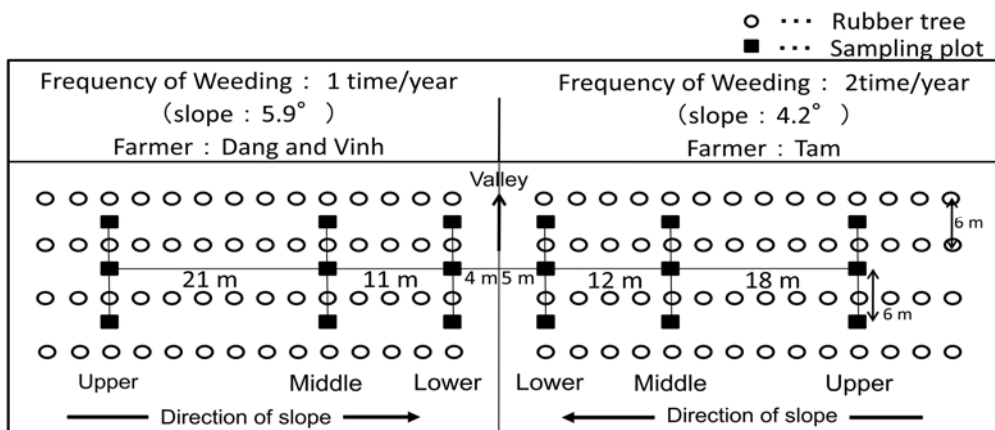


Fig 3. Sampling area in rubber forest

3.3 Result

In weeding 2 time/year area, farmer started cultivation of rubber tree from 1993, planting density was 550 tree/ha, farmer used fertilizer about N:P:K=16-16-8 of 0.50 kg/hole (28 g/m²) and farmer weed by machine. In weeding 1 time/year area, farmers started cultivation of rubber forest from 1993, planting density was 550 tree/ha, farmers used fertilizer about N : P : K=16-16-8 of 0.15 kg/hole (8 g/m²) and 0.30 kg/hole (17 g/m²) and farmers weed by machine and chemical herbicide. Fertilizer application method was putted fertilizer in holes that were dug in the center of four trees.

Silt and Clay contents were very low in all plot (Fig 4, $p > 0.05$) . pH was no difference by frequencies of weed controls. And soil in all plot showed weakly acidity (Fig 5, $p > 0.05$) . EC was no difference by frequencies of weed controls too. And because of EC generally low, we thought nutrient was little in this area (Fig 6, $p > 0.05$) . NH₄-N content was no difference by frequencies of weed controls too (Fig 7, $p > 0.05$) . NO₃-N content was no difference by frequencies of weed controls too. And NO₃-N content in Lower plot was higher than Middle and Upper plot (Fig 8, $p > 0.05$) . Truog-P content was no difference by frequencies of weed controls too. And Truog-P only existed in Lower plot (Fig 9, $p > 0.05$) . We thought results of NO₃-N content and Truog-P content showed soil erosion was happened in this area. T-N content was no difference by frequencies of weed controls too (Fig 10, $p > 0.05$) . And from result of T-N and organic content, most nitrogen in this area were in organic form.

T-P was no difference by frequencies of weed controls too (Fig 11, $p > 0.05$) .

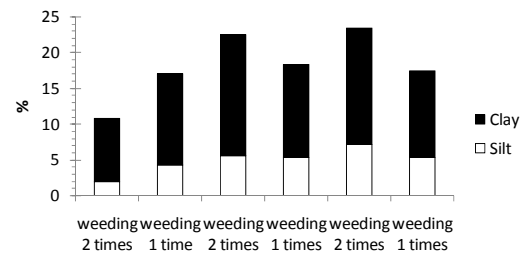


Fig 4. Silt and Clay contents in each plot

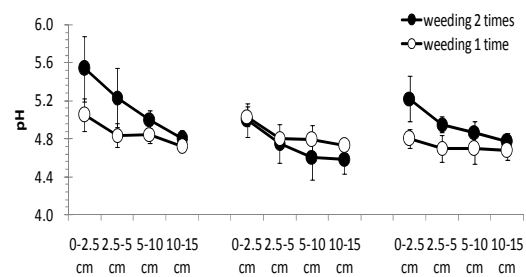


Fig 5. pH in each plot

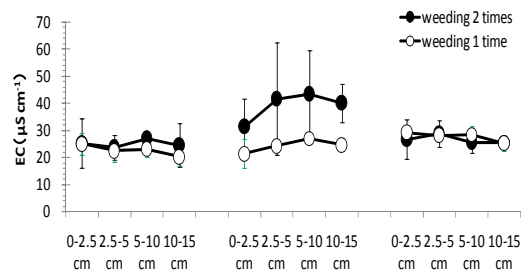


Fig 6. EC in each plot

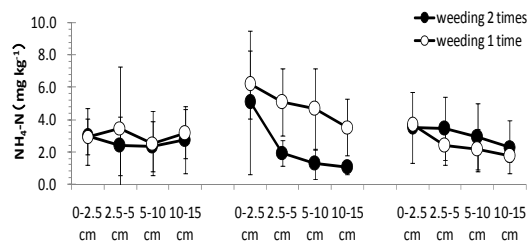


Fig 7. NH₄-N content in each plot

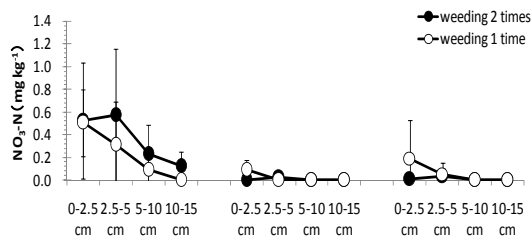


Fig 8. NO₃-N content in each plot

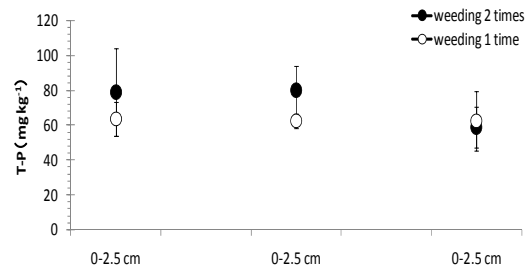


Fig 11. T-P content in each plot

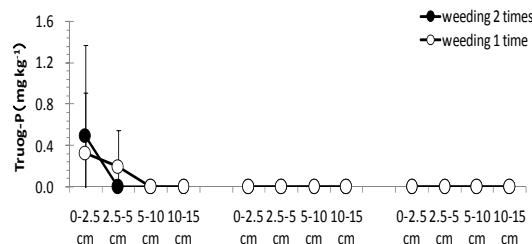


Fig 9. Truog-P content in each plot

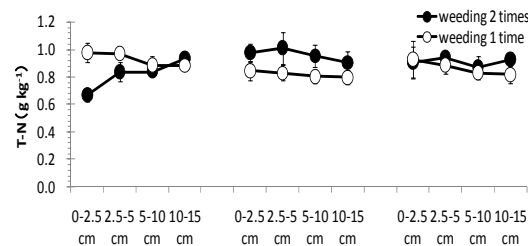


Fig 10. T-N content in each plot

3.4 Conclusion

There were no clear differences between 2 times/year and 1 time/year. More nutrients existed in Lower plots than middle and upper plots. The 0-2.5 cm layers had more nutrient than the other layers. From the above, difference in weed management did not influence soil erosion in this study area. This study investigated only 3 farmers who weed 2time/year and 1time/year. In the future, it is necessary to investigate other farmers who weed other time.

The project researches on Environmental Rehabilitation in Asia

**Influence of Different Vegetation Managements on Soil Erosion in Two Forests,
Central Vietnam and the Northern Okayama**

Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University
48426153 Shohei Oyama

1. Campus Level : “The acquisition of the analysis technique of soil”

We learned analysis techniques for an experiment to perform at the domestic level and the international level.

1.1 Analysis of soil

Bulk density

It shows the mass of a given volume of soil. We collected soil that 5-10cm in depth in Core samplers (ϕ 5 cm \times 5 cm). We weighted it after having dried them at 105 °C Celsius for 24 hours,

Soil texture

It means a ratio of clay and silt and sand. After having broken down organic matter of the soil by H_2O_2 , we demanded the fraction of soil. The method are the pipet method about clay (0-0.002 mm) and silt (0.002-0.02 mm), and screening about the coarse sand (0.2-2 mm) and the fine sand (0.02-0.2 mm).

pH and EC

We analyzed Suspensions (Soil : Water = 1 : 10) by the pH meter (pH/ION METER F-23, HORIBA) and the EC meter (CONDUCTIVITY METER DS-14, HORIBA).

Total carbon (TC), Total nitrogen (TN)

We analyzed TC and TN by CN Corder (MT-700 Mark- II, Yanako) after having pulverized.

Inorganic nitrogen (NO_3 -N, NH_4 -N)

We analyzed NO_3 -N and NH_4 -N by the automatic analyzer (QuAAtro 2-HR, BLTEC) after having extracted those in 2 MKCl (Soil : KCl = 1 : 10).

Available phosphorus (Truog-P)

We analyzed Truog-P by Automatic Analyzer after having extracted phosphorus in Truog (mixed solution of 1 M H_2SO_4 and $(NH_4)_2SO_4$; Soil : Truog P = 1 : 200).

Total phosphorus (TP)

We extracted phosphorus in 2M H_2SO_4 (Soil : H_2SO_4 = 1 : 50) after having let heated soil at 550 °C Celsius for one hour and become ash. We analyzed the solution by Automatic Analyzer.

2. Domestic Level : “Influence of different densities of thinning on soil erosion in the Japanese cypress forest, the Northern Okayama”

2.1 Background and Purpose

In cypress forest of the northern Okayama woods for commerce as Japanese cypress and Japanese cedar is cultivated. In this area, the cypress forest is regularly conducted thinning to arrange the growing environment of coniferous trees.

However, Thinning might influence to soil erosion by some form. In this course, we researched influence of thinning on soil erosion in cypress forests in the Northern Okayama. We collected soil from each site where the thinning is carried out and is not carried out. And we analyzed soil in this area.

2.2 Summary of survey area

I performed the soil collection in two spots where the thinning is carried out (site A) and is not carried out (site B) in the coniferous forest where Hinoki and Cedar were planted in Kamo town, Tsuyama City, Okayama Prefecture. (Jan. 5, 2015) Sampling sites is the area of slant approximately 40° both. In addition, distance between two spots was approximately 70m, and the thinning rate was 30%. The planting density was 1,330 trees/ha at the site where the thinning is not carried out. On the other hand, it was 931 trees/ha at the spot that site where the thinning is carried out. The thinning was carried out from September to October, 2014. In this time, we analyzed only bulk density, pH, EC of soil as a basic investigation.

2.3 Result

As for the value of the bulk density, sites A and B were both approximately 0.8 g/cm^3 . The bulk density did not have the difference between site A and site B (Fig.1). pH was about around 4.0 with two sites, too, and there was not the difference between site A and site B. Soil of this area was shown to be acid soil from the result of pH. The value of the EC was $26 \mu\text{S cm}^{-1}$ in site A and was $20 \mu\text{S cm}^{-1}$ in site B. As a result of having performed t-test, EC met the significance level of 5%. From this result, the difference in two spots was shown just a little.

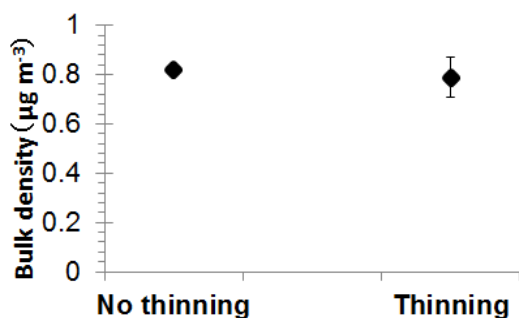


Fig.1 Soil bulk density

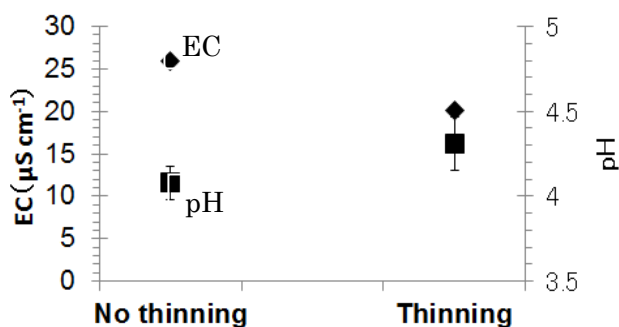


Fig.2 Soil pH and EC

2.4 Conclusion

In the coniferous forest of Kamo town, Tsuyama City, Okayama Prefecture, the bulk density and pH did not have the difference between the site that thinning is carried out and the site that thinning is not carried out. There was statistical difference in the result of only EC. However, it is right or is not clear because there is little the march of time from the last time. So it is necessary that we analyze Soil texture and nutrient contents and we investigate soil after a certain time period passes from the last thinning to know the influence by the thinning in detail.

3. International Level : “Influence of the different weed managements on soil erosion in the rubber forest, Central Vietnam”

3.1 Background and Purpose

Rubber cultivations began in 1993 by government program 327 in Huong Loc Village, Huong Binh Commune, Hue province, Vietnam. Weeding is carried out for prevention snakes and improvement of the work efficiency in the rubber forest. However, in the slant place with a little undergrowth of weeds by weeding, soil outflow is easy to happen. It is concerned about leading to soil erosion and deterioration of surrounding water environment.

The purpose of this study is to clarify influence of the difference weeding management on soil erosion in the Rubber forest. We performed meeting-style questionnaire about manuring practice to a farmer who carried out weeding twice a year and two farmers who carried out weeding once a year. We performed collection soil in rubber forest that three farmers owned, and we analyzed the collection soil. (Jun. 23-27, 2014)

3.2 Summary of survey area

We performed soil collection in two sites where weeding is carried out twice a year and once a year in Rubber forest of Huong Loc Village, Huong Binh Commune, Hue province, Vietnam.

We partitioned each sites to the upper part, the middle part, the lower part for a central valley. We divided soil

into four layers (0–2.5, 2.5–5, 5–10, 10–15cm) from the surface and collected soil in each layers. (Fig.3). Analysis parameter are soil texture, pH, EC, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, Truoq-P , TN , TP .

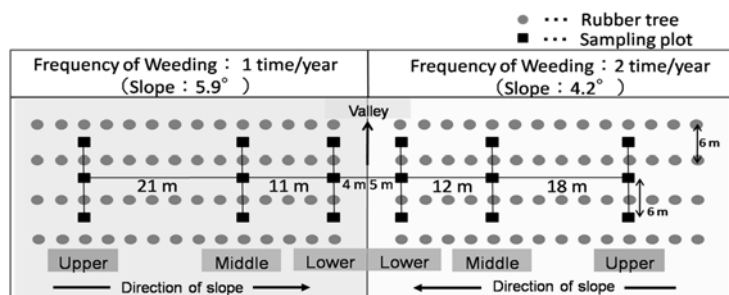


Fig.3 Summary of sampling sites in the rubber forest

3.3 Result

The start time of the rubber cultivation was 1,993 years in all farmers. The planting density of the rubber forest is 550 trees/ha, and they use the fertilizer of N:P:K=16:16:8. The method of the fertilization was way how they put fertilizer in holes that were dug in center of four trees. The quantity of fertilization was more farmer who carried out weeding twice a year (0.50 g/hole) than two farmers who carried out weeding once a year (0.15 g/hole and 0.30g/hole).

As a result of soil analysis, soil texture in all soil was shown to have lower ratio of silt and clay than a ratio of sand (Fig.4). pH was not showed difference due to weeding frequency, but, the value of pH was about 5.0 at all places and showed that an in soil of survey area was acid soil (Fig.5). EC showed the numerical value that there are low in soil of all site and we can expected that there is little nutrient contents of soil in all sites (Fig.6). As for inorganic nitrogen, both $\text{NH}_4\text{-N}$ and $\text{NO}_3\text{-N}$ were not showed difference due to the weeding frequency. $\text{NO}_3\text{-N}$ was included a lot in the slight layer of the lower part. Truog-P was included in only a surface layer (0-5cm) of the lower part (Fig.9). The quantity of total nitrogen was considerably more than inorganic nitrogen. As for nitrogen of the survey area, almost all were shown to be organic nitrogen from the result (Fig.10). Furthermore, the difference due to weeding frequency was not shown in the TP like other analysis parameters (Fig.11).

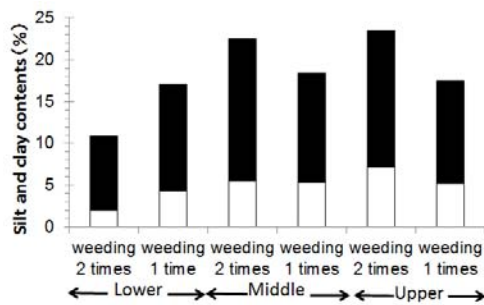


Fig. 4 Silt and Clay Contents

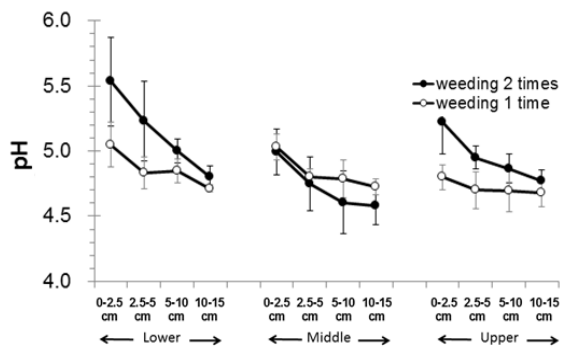


Fig. 5 Soil pH

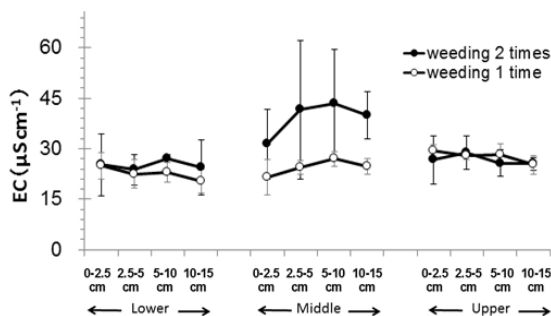


Fig. 6 Soil EC

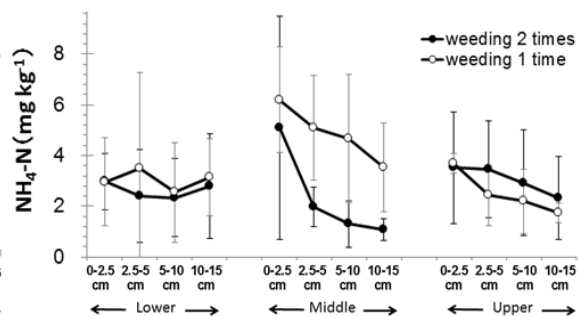


Fig. 7 Soil $\text{NH}_4\text{-N}$ Content

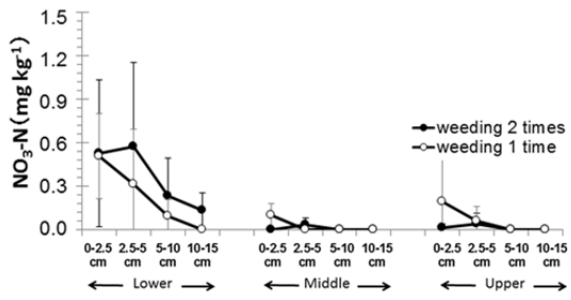


Fig. 8 Soil NO₃-N Content

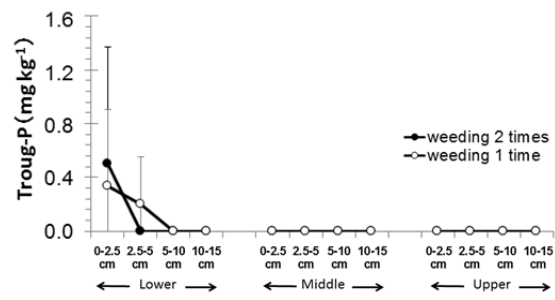


Fig. 9 Soil Trug-P Content

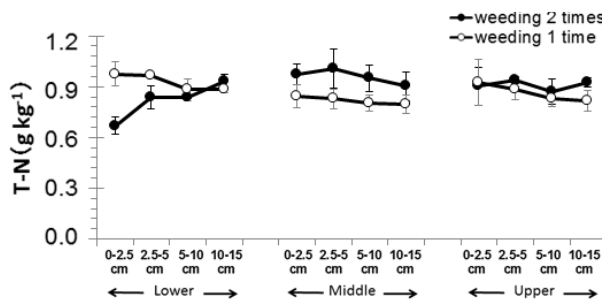


Fig. 10 Soil T-N Content

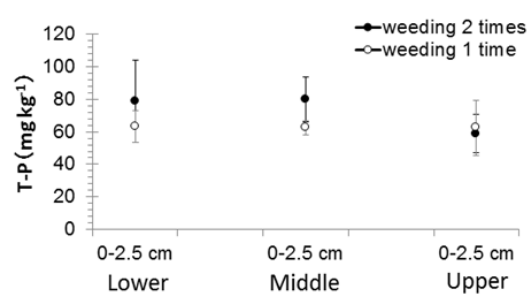


Fig. 11 Soil T-P Content

3.4 Conclusion

That was showed that difference of weeding frequency that it is the case of once a year and twice a year did not had a difference in a physicochemical characteristic from the result of international course. In addition, there was more contents of NO₃-N and Trug-P the lower part than the upper part and the middle part. Our study suggested that it is thought that soil erosion is caused in both weeding frequency sites and different by the weeding management do not affect soil erosion in this survey area from the result mentioned above.

It will be necessary for us to investigate that whether this result comes under other areas by enlarging an investigation area and investigates in the place that the weeding frequency is different from this time in the future.

岡山大学大学院環境学研究科

准教授 生方史数

准教授 前田守弘

1. 概要

2014年度「アジア環境再生特別コース プロジェクト実習」では、アジア地域における農村環境と地域社会をテーマに、学内レベル1件、地域レベル1件、および国際レベル1件と、計3件の実習を実施した。その概要は下記の通りである。なお、国際レベルの実習は「ベトナム中部における農村環境と地域社会—ゴム林の管理が土壌劣化に与える影響—（前田グループ）」と共同で実施し、自然科学と社会科学の協働を学生に体験させた。

1.1. 学内レベル実習：社会調査・フィールドワークの手法に関する実習

実施時期・場所：9月－12月 岡山大学大学院環境生命科学研究科

内容：社会調査・フィールドワークの手法を習得させるため、10月－12月に地域レベル実習のための準備会を、本学にて計7回実施した（実習日は以下参照）。具体的には、岡山県笠岡市で行った地域レベル実習を題材として、課題の見つけ方や研究計画の作成から、調査デザインの設定、実習後のデータ整理と報告書執筆に至るまでのプロセスを経験させた。

実習実施日：10/1, 10/8, 10/23, 10/29, 11/20, 12/4, 12/18

対応者：なし

実習指導者：生方史数

1.2. 地域レベル実習：日本の農山村地域社会の現状に関する実習

実施時期・場所：10月30日（木）－11月1日（土）岡山県笠岡市

内容：日本の農山村が抱える現状と環境管理の実態を学習させるため、10月30日－11月1日に岡山県笠岡市において実施した。学生自ら課題を設定し、学内レベル実習で調べた内容をもとに現地で聞き取りや見学を行うことで、課題に対して何らかの答えを出すことを目標として実習を行った。

対応者：広常善太（笠岡市役所政策部企画政策課）ほか

実習指導者：生方史数

1.3. 国際レベル実習：ベトナムにおける地域社会と環境に関する実習

実施時期・場所：6月22日（木）－6/28日（土）ベトナム・フエ省

内容：ベトナム中部のフエ省の山間部である **Huong Binh** 地域において、入植政策後の生活と生計振興に関連する政策、生計手段としてのゴム生産・仲買、その後のゴム産業の勃興と地域社会の変容などに関して調査を実施した（表1）。

対応者：Nguyen Huu Van 氏, Nguyen Huu Ngu 氏, Truong Quang Hoang 氏（フエ農林大学）ほか

実習指導者：生方史数、前田守弘

2. 国際実習のスケジュール

表 1：国際レベル実習でのスケジュール

日程	行程	実習内容
2014年6月22日	岡山ー関空ーホーチミンーフエ	移動のみ。
2014年6月23日	フエーHuong Binhーフエ	Huong Binh 村役場にて村の歴史や社会経済状況、ゴム産業に関する聞き取りを行い、その後村内の状況を視察した。
2014年6月24日	同上	Huong Binh 村内にて、ゴム生産者に村・世帯の歴史やゴム生産に関する聞き取りを行った。
2014年6月25日	同上	Huong Binh 村内にて、ゴム生産者と仲買人に村・世帯の歴史やゴム生産・流通に関する聞き取りを行った。
2014年6月26日	同上	Huong Binh 村内にて、ゴムの仲買人と加工工場にゴム流通に関する聞き取りを行った。
2014年6月27日	フエーHuong Binhーフエ→ホーチミン→	調査データの整理を行った。
2014年6月28日	→関空→岡山	帰国

■ 地域実習

2014 年 10 月 30 日から 11 月 1 日の 3 日間、岡山県笠岡市の笠岡湾干拓地において地域実習に取り組んだ。笠岡湾干拓地は、長年土地と水に恵まれず発展を阻まれていた笠岡市で、国営事業により約 22 年の年月と総事業費約 300 億円をかけて造成された土地である。総面積 1,811ha の大部分を農業用地が占めており、大規模かつ先進的な農業が展開されている。近年、法人の農業参入によって粗飼料基地と呼ばれる公有地に土地利用の変化が生じている。そこで、土地利用変化の背景や法人の農業参入の実態を明らかにするため、笠岡市役所干拓調整課への聞き取りと粗飼料基地の一部を借りて農作物生産を行っている法人 A へのヒアリングを中心に調査を行った。

[粗飼料基地の土地利用の変遷]

粗飼料基地は、岡山県が 2/3、笠岡市が 1/3 をそれぞれ共有している公有地である。干拓地内及び近隣の畜産農家の粗飼料自給率を向上させるために広大な土地(380.3ha)が確保され、従来牧草の栽培がなされてきた。しかし、広大な土地で生産された牧草は需要量を大きく上回り、生産過剰を原因に遊休地となってしまった。そこで 2007 年より、笠岡市は干拓地の有効活用の一環として遊休地となっていた粗飼料基地エリアの一部を農耕地として貸し出しの公募を行い、積極的に法人の参入を呼びかけるようになった。

[法人参入の実態]

表 1 参入法人への貸付面積 (表中の矢印は契約期間を表す)

参入法人への貸付面積は年々増加しており、遊休地解消という目標はおおむね達成された。大規模な土地を利用できることに魅力を感じ、貸付面積の拡大を希望して

年度 参入	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
法人 A			←————→				←————→		
法人 B	←————→					←————→			
法人 C			←————→				←————→		
法人 D							←————→		
法人 E								←————→	
合計(ha)	13	13	154	154	154	154	197	216	216

いる企業が多いという。企業が参入する際の選考基準には、地元への波及効果、農業の持続可能性、ブランド化、周辺環境に及ぼす影響(施肥計画、防除計画、農薬使用の有無など)がある。

[法人 A への聞き取り]

2007年に遊休地の貸付に応募・採用され、大型の機械・集荷場等の設備を干拓地内に完備し、大規模で先進的な農業を行っている。現在は、粗飼料基地内の総栽培面積約110haでブロッコリーを年間約300万株生産している。果物・野菜の販売・加工を全国的に行う会社と契約を結んでおり、生産物はその会社がほぼ全量を買取り、関東や関西に向けて出荷される。物理的な生産基盤に不足はないが、農協や干拓地内での組織には所属していないため、干拓地内の農家との接点作り・立ち位置に苦労しているとのことであった。

■ 国際実習

2014年6月22日から28日の7日間、ベトナムのフエ省にあるHuong Binh村で国際実習に取り組んだ。Huong Binh村は、かつての入植政策によって、人々が他の地域から移住してきたことにより形成された村である。現在は、約3000人(600世帯)の人々が暮らし、農林業が盛んな村として知られている。そのため、キャッサバやアカシア、陸稲といった作物が村の随所で栽培されている他、近年になり、ゴムのプランテーションが大きく拡大し、ゴム栽培を行う農家が増加した。しかしながら、Huong Binh村におけるゴム栽培が拡大した過程については、不明確な点が多いという状況にあった。

そこで、本調査ではHuong Binh村の現状把握のほか、ゴムのプランテーションが拡大した要因を明らかにするために、Huong Binh村役場、ゴム栽培農家、仲買人、ゴム加工工場などにおいて、ヒアリングを中心とした調査を実施した。



写真1 ヒアリング調査の様子

【政策がもたらしたゴム栽培の拡大】

Huong Binh村での調査によって、この村におけるゴムのプランテーション拡大には、主に3つの政策が寄与していると考えられた。

その1つ目は、1975年に実施された“New Economic Zone”と呼ばれる入植政策である。この政策により、人々がHuong Binh村に移住し生活を始めるとともに、村に人口増加をもたらした。また2つ目は、1993年に始まった“Program 327”である。この政策では、ゴム栽培を行いたい人を対象に国の土地を割り当て、そこにゴムを作付けさせることで、森林再生が図られた。これがHuong Binh村におけるゴム栽培開始のきっかけとなっ



写真2 ゴムが植栽された農地

た。そして最後の3つ目は、2001年から始まった ”Agricultural Diversification Project” と呼ばれる政策である。この政策では、ゴム農家を対象とした銀行からの融資が行われた。これにより、Huong Binh 村におけるゴム栽培は急速に拡大することとなった。

以上のことを踏まえると、Huong Binh 村では、いくつかの政策が人々の入植を推し進め、さらにゴム栽培開始のきっかけを作っただけでなく、ゴム栽培の拡大に寄与し、Huong Binh 村の土地利用を変化させたと考えられた。

【まとめ】

岡山県笠岡市では、遊休地の有効活用を目的とした政策により、法人の干拓地での農業参入が増加した。また、ベトナムのフエ省では移民政策が起点となり、やがてゴムのプランテーションが拡大し、村の産業構造が徐々に変化していった。これらのことから、この2つの地域の共通点は「政策によって外部からの入植が起こり、それが土地利用の変化をもたらした」ことであると考えられた。政策が土地利用変化のきっかけとなったことで、入植地では生産基盤が成長・発展し、農業の活性化につながった。

しかしながら、今後の土地利用や営農方法の変化によっては、水質汚染や土壌汚染といった環境問題が顕在化する可能性がある。また、これらの場所では入植地におけるコミュニティ形成や社会的な生産基盤の整備が今後の課題として考えられた。

平成 26 年度 プロジェクト実習レポート

入植政策における農業の展開
ーベトナム・フエ省と岡山県・笠岡市を事例にー

環境生命科学研究所 社会基盤環境学専攻 農村環境創成学講座
48426154 門脇勇樹

プロジェクト実習について振り返ってみると、実習での経験は初めてのことばかりで、非常に有意義な時間を過ごすことができたと思う。本実習では、入植政策がもたらす農業を中心とした土地利用の変化に焦点を当てた調査を実施した。

地域実習では、岡山県の笠岡市で法人の干拓地入植に伴う土地利用変化について調査した。また国際実習では、ベトナムのフエ省にて拡大するゴムのプランテーションの現状把握とその過程について、ヒアリングを中心とした調査を実施した。これらの調査の結果、どちらの場所も入植によって土地利用の変化が生じており、また、その場所の農業の整備・発展には政策による後押しがあったと考えられた。日本とベトナムには異なる点も多いが、農業発展の過程には共通している部分もあることが分かり驚かされた。

また、この実習を通じて、他言語、特に英語を理解することの重要性を嫌と言うほど実感した。ベトナムでの実習中は英語に触れる機会がとても多かった。ヒアリング調査、そしてフエ大学の学生たちとコミュニケーションをとるのも英語であり、話の内容を理解するのが難しい場面に多々遭遇した。こうした他言語が話されている世界に身を置いたとき、自分の思いが伝わらないこと、そして相手が伝えようとしていることが分からない状況が、これ程もどかしいとは思わなかった。しかし、この経験がきっかけとなり、英語をもっと学習したいと強く思うようになった。

そして、実習地のベトナムは、私の今までの価値観を大きく壊してくれた。街の風景が日本と異なるのはもちろん、道路を行き交うバイクの多さや、夜に道路脇でたくさんの人々が夕食を食べている光景など、見るもの全てが新鮮で、また衝撃的だった。自分の中で常識だと思っていたことがここでは常識ではなく、当たり前だと感じていたことが当たり前ではない世界を知った。テレビなどで海外の様子は見たことがあったし、インターネットなど情報を手に入れる手段は数多い時代であるが、実際にはその場に行かなければ分からないことだらけであり、そして何よりも実際に体験して初めて感じることは非常に多いのだと実感した。

今回の実習で経験したことは、私の視点を大きく広げてくれたのと同時に、これからの生活の中で大いに生きてくるものになったと思う。普段、私は生態工学についての研究に取り組んでおり、その結果は数値などで示されることが多い。そのため、今回の実習で取り組んだ社会科学分野の調査には戸惑うことも多かった。しかしながら、世の中の事象には人が密接に関わっていることも多く、工学的な分野と社会科学的な分野を切り離して考えることはできないのだと、今回の実習を通じて強く思った。そして、自分の専門分野だけでなく幅広い視点を持つことの重要性を改めて感じることができた。最後に、この場をお借りして、今回の実習でお世話になった先生方、訪問先の方々、そして実習を共にした学生たちに厚くお礼を申し上げたいと思う。

アジア環境再生特別コース（2014年度）に参加して

環境生命科学研究所 社会基盤環境学専攻 松永蒼佑

私は東南アジアの農業開発、特にタイ産日本向け輸出農産物の生産・流通を専攻研究としており、このコースへの参加はさらなる知見の獲得だけでなく、東南アジアにおける農産業による自然環境への影響を実際に現場で学べる素晴らしい機会であった。

6月の国際実習ではベトナム社会主義共和国フエ省のゴム生産の流通と自然環境への影響について、指導教官をはじめとする調査団に同行して現地調査を行った。国際実習であるため英語によるコミュニケーションの鍛錬はもちろん重要だったが、事前にゴム生産に関する知識やベトナムの農産業の歴史背景等の予備知識をしっかりと学んだ上で国際実習に臨むべきだったと反省をしている。私は卒業論文でタイの輸出生鮮野菜流通について取り組んだが、ベトナムのゴム流通はそれと大きく異なっており、現地で実習が開始されて徐々に全体像が掴めると行った始末であった。しかし、私たちの生活の中でタイヤ等の原料として使われている天然ゴムの生産地を実際に現地を見て、生産者の声を聞き、ゴムの木から採れた天然ゴムが工場へ供給されるまでのサプライチェーンを読み解くことが出来たのは、農産物の生産流通を学ぶ私の研究に対して、異なった国での農産物生産の新たな視点をもたらした有意義な実習であった。

10月30日から11月1日に岡山県笠岡市にて国内実習を行った。実習では国際実習の研究テーマに関連し、笠岡湾干拓地における農業法人の入植について取り組んだ。笠岡湾干拓地では近年、これまで遊休地としていた農地の有効活用を狙い、法人等に貸し出して大規模営農が行われている。私たちはこの背景に基づき、土地利用の変化に伴った干拓地内外への自然環境影響の存在を仮定して、特に笠岡市役所の法人参入計画の経緯に注目し、市役所と入植法人に対し調査を行った。調査の結果、自然環境への影響は顕著でなかったものの、入植した法人の干拓地内におけるコミュニティー参入をはじめとする社会的課題が見えてきた。

学内実習では、国内・国際の両実習の調査準備と調査報告をゼミ形式で行うことを中心に取り組んだ。笠岡湾干拓地とフエ省を直接対比することは非常に困難であるが、私たちは双方が入植政策による農業開発であるという共通点に着目して取り組んだ。

以上、3つの実習を通して、持続可能な環境と農業開発において環境問題を自然科学的な分析に限定せずに、社会科学視点も取り入れて検討することの重要性を再確認した。さらに、私たちの直面している環境問題や農業開発の課題に対して海外の事例から学ぶ、また、海外で起きている問題に対して私たちの持つ技術やアイデアを活用する、そのような学術的な国際協力の輪を広げ、さらに実践的なものにするために私たちの世代がグローバルに現代社会の抱える問題に対してアプローチすることの大切さを感じた。

私は現在（2015年2月）、タイ・バンコクで一年間、日本輸出向けタイ産農産物の生産について学ぶために留学中である。アジア環境再生特別コースで得た経験や学んだことを留学にも活かし、しっかりタイでの農業開発と現地の抱える問題に対して調査・研究を励みたい。

2014 年度アジア環境再生特別コースを受講して

環境生命科学研究科 社会基盤環境学専攻

48426162 三浦綾華

本コースでは、学内レベル・地域レベル・国際レベルの3つのプロジェクト実習を中心に、大学内の学びだけでは決して得ることのできない貴重な体験をすることができた。現地で実際に自分の目で得られる情報は、論文や講義から学びうる情報にさらなる深みを持たせてくれることを実感し、フィールドワークの重要性を再認識した。

本コースを受講して感じたのは、「先進国=進んでいる」「途上国=遅れている」といったレッテルへの疑問である。この呼び名そのものにも考え方が表れているが、進んでいる先進国から学んだことを途上国で活かすという図式が私たちの中で当たり前になってはいないだろうか。経済成長の軌跡だけを見れば、「先進国」「途上国」この呼び名は確かに妥当である。しかし、今回のプロジェクト実習では、先進国の日本が抱える社会基盤・コミュニティの形成という課題を、途上国であるベトナムはいとも簡単に解決していた。もちろん、両者の状況を鑑みると単純に比較ができるわけではないが、先進国という名のもとにあぐらをかかず、途上国から“学ばせていただく”という謙虚な姿勢を持つことも必要なのかもしれない。

また、本コースでは、自分たちの実習だけでなく、ほかの学生や教授の発表を聞く機会も設けてくれた。主専攻では社会科学系のアプローチを用いた研究を行っている私にとって、自然科学系の発表は内容についていっただけが限界で、質疑応答への参加は難しかった。しかし、様々な発表を聴いていくうちに、社会科学系の研究だけで科学的な検証ができないのと同じように、自然科学系の研究だけでも問題の解決はできないこと、両者がかみ合っただけでその研究だということに気付かされた。今までは自分たちの研究だけで科学的な検証ができないことに引け目を感じてしまったり、自然科学系の研究の聞きなれない用語や手法を敬遠したりしまいがちであったが、自然科学と社会科学の両輪をかみ合わせ、お互いを補い合っていくことこそが課題の解決につながることを実感した。

今後は、本コースで得た経験を生かし、幅広い視野を持ちながら学びを深めていきたいと思う。

Report of project practice (FY 2014)

Sustainable agricultural development by settlement policy
in Hue and Kasaoka

Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University
48426154 Yuki KADOWAKI

■ Campus level

We conducted the preparing of research plan for domestic level. We collected information about Kasaoka city and considered the methods of survey.

■ Domestic level

We conducted the practice in Kasaoka city, Okayama Prefecture from October 30, 2014 to November 1. In this practice, we conducted surveys on corporate agriculture in Kasaoka bay polder. In this vast area, farmland (i.e., agriculture, dairy, stock) occupy most of polder and farmers manage large-scale farm. Recently, corporations launch large-scale agriculture. This movement have caused changes of land use in polder area. For that reason, we conducted the interview to both city side and corporation side to research the background of changes of land use in polder area. In this survey, we asked object person about present situation of corporate agriculture.

【Corporations entry in polder】

Many corporations want to enter in search of large scale farms and some corporations lease lands from individual farmers. For that reason, total lease area is increasing in Kasaoka polder.

Check points of selection of corporation entry into agriculture are spillover effect to local area, sustainability of agriculture, possibility of the branding, and influence on surrounding environment etc.

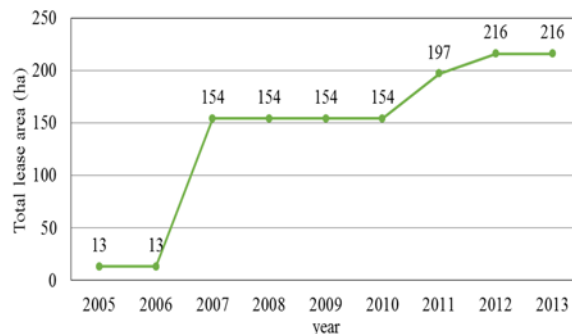


Fig.1 Total lease area in Kasaoka polder

【Case study of a corporation entry (Corporation A)】

In 2007, use of lease land by Corporation A was admitted. And, Corporation A prepared large pick up point and large machine, and managed large-scale agriculture. At present, corporation A produces broccolis of 3milions per year in about 110 ha.

Corporation A contract with the company which sale and produce vegetables nationwide.

And, this company purchases the full amount from Corporation A and circulates to other areas. However, Corporation A isn't belongs to network with JA and organization in polder. For that reason, this corporation struggle to find a place in local community in polder.

■ International level

We conducted the practice in Hue Province, Vietnam from June 22, 2014 to June 28. In this practice, we conducted surveys on local rubber industry in Huong Binh village in Hue.

Previously, this place was jungle, hence malaria area. But, at present, about 3,000 People (600 households) live here. Their main livelihoods are forest plantation (i.e., acacia and rubber), paddy field, swidden etc. Above all, recently, rubber cropping had expanded rapidly. However, the process of rubber cropping spread was not so clear.

Then, we conducted the interview in Huong Binh village to survey the background of rubber cropping spread. We interviewed to commune office, farmer, middleman, and processing factory.



Pic.1 Landscape of Huong Binh village



Pic.2 Collected tree sap by using cup

【the process of the rubber cropping spread in Huong Binh village】

By hearing survey, it is suggested that policies were trigger of rubber cropping spread.

○New Economic Zone (1975)

This is immigration policy after the Vietnam war. 130 households had settled from coastal area at first. The number of households had once decreased, but since the 1990s population have started to increase. Therefore, we can call this policy “Population growth by immigration”.

○Program 327 (1993)

The purpose of this policy is reforestation by rubber planting. For that reason, people

acquired the right of rubber plantations in state forests. By this policy, rubber planting had started.

○ Agricultural Diversification Project (2001)

By this policy, financing of the bank for farmers was conducted. Herewith, the cropping area of rubber had rapidly expanded during 2001 and 2004.

By above survey results, it is suggested that rubber plantations had been expanded by policy. In addition, policy became a trigger of rubber cropping and supported the villagers' rubber production.

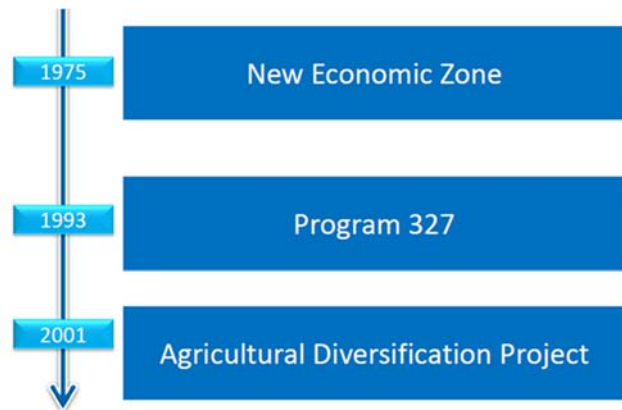


Fig.2 the process of the rubber cropping spread in Huong Binh village

【Conclusion and perspective】

Effective use of roughage area in Kasaoka and settlement policy in Hue have common factor. So, we considered change of land use and settlement which was caused by policy as common factor. In each area, growth and development of infrastructure by policy made agriculture active.

However, with change of land-use and agricultural form, environmental problem (e.g., water pollution, ground pollution etc.) may happen in the future. And, it is important to prepare the community formation and social capital in settlement area.

The report of “Special Course for Environmental Rehabilitation in Asia”

Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University

Sosuke MATSUNAGA 48426161

【International Level Practice】

We had the research practice in Hue province, the Socialist Republic of Vietnam (referred to as Hue, Vietnam) during June 23 to June 27 in 2014. Our research focused on rubber farming by governmental migration project. The rubber (the right photo) is produced as a natural rubber material for tires and any rubber products. After 1975, the end year of Vietnam War, government carried out some agricultural development project with migration project. Huong Binh Village where we had interview and research was one of the villages carried out these projects after 1975. Before the first project started, the village didn't have general industries but only had small-scale agriculture like acacia or slash and burn farming. Then three governmental projects carried out after 1975, the migration from the coast area settled to the village.



There are three steps of governmental projects in the village. 1) New Economic Zone (1975); after the war, the government carried out the project for migration, this project brought the migrations around 130 households at its first phase from coast areas to the village. 2) Project 327 (1993); this project played the role as land allocation for rubber farming. Before the settlement, migrations carried on their lives from fishery or related. We considered this project made the rubber farming basis in the village. 3) Agricultural Diversification Project (2001); It works as financial supports for rubber farmers we considered. After this project carrying out, the land using for rubber farming increased dramatically. Above these three projects, we consider these governmental projects have worked as “migration”, “lands allocation” and “Financial support” to rubber farming development in the village.

We brought one hypothesis to the Hue research, the land using changes by migration agricultural development have caused “some” environmental problems in the village. Finally we couldn't find out these confirmation of that during the research period. However, based on our research experience and interview, we've considered that some environmental problems caused by these agricultural developments on the

lubber farming in the village will occur problems as soil or water pollution in the future.

【Domestic Level Practice】

During October 30 to November 1, 2014 we had research in the Kasaoka City, Okayama. We choose the topic about land using changes by contracting farming in Kasaoka polder (the right photo) finished reclaiming by government in 1991. The polder has 1,811 ha, its 66% is used for agriculture including farming, households and so on. The polder also includes idle areas keeping just as glass farming on around 380 ha. Since 2005, Kasaoka city has started to recruit the settle farmers to use of the land using as faming from idles. In the 2005, only one corporate company joined the project and started the contract farming on 13 ha. In 2013, now five settlers used 216 ha of idle land.



Our hypothesis was that the land using changes have caused water pollution and other environmental problems by draining water from new farming areas ex. Idle lands. However result of interviews and water quality test records don't show the turn for worse. Because every settler have taken the responsibility to keep the polder and Kasaoka bay environmental, so they have managed the fertilizer and draining.

Finally our hypothesis didn't get evidence however we consider that some of new settlers feel difficulty to join the polder farmers communities. Because their product amount is so huge so some farmers who farm in the polder since before 2005 feel new settlers are new threat to the original farmer's management. We conclude this problem is one of settlement farming problems in Japan and government has to introduce the settlers and original farmers for keeping the environment in the land using changes.

【Campus Level Practice】

We had classes and seminars for this special course practices and presentations in two semesters of the academic year in 2014. We learned the skills of international and domestic research and the wide view from these two experiences. Also we tried to get English presentation and interview skills. I'm sure these studies and experiences will improve my study about agricultural development around Southeast Asia.

【Campus level / Domestic level】

In campus level, we prepared a research plan for domestic level.

In domestic level, we had fieldwork in Kasaoka Bay Polder in Okayama Pref. Kasaoka city is located in the southwestern part of Okayama pref. There was not blessed with water and land for a long time, so Kasaoka Bay Polder was made as government project by Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries. Kasaoka Bay was closed by bank, and it was developed new land. It was started in 1966, and completed in 1990. It was cost 30 billion yen. The most of Polder area, it is occupied by farmland. There are large scale farm to use vast polder area. These days, land use of the part of roughage area (under public ownership) is changed by corporation entry into agriculture. So, we interviewed to both city side and corporation side to research background of changes of land use and present situation of corporate agriculture.

Roughage area is under public ownership of Okayama pref. & Kasaoka city. It covered a vast area to provide feed cheaply, but supply exceeded demand. Roughage area became unused land reason for oversupply. So city started to recommend corporation entry into agriculture by policy. There are some check points of selection of corporation entry into agriculture: Spillover effect to local area, Sustainability of agriculture, Possibility of the branding, Influence on environment and so on. Many corporations want to enter in search of large scale farms, so some corporations lease lands from individual farmers. Table1 shows corporations entry in polder. Now, 5 corporations enter into Kasaoka Polder area. This arrow heads means term of contract. For 8 years, total lease area increased by 17 times.

Corporation A had an

Table1: Total lease land to corporation

application and an allowance to lease land in 2007. Now, they produce 3milions Broccolis in 110ha. They had large pick up point and machines to develop large-scale agriculture. They have

Year	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Coop. A			←————→				←————→		
Coop. B	←————→				←————→				
Coop. C			←————→				←————→		
Coop. D							←————→		
Coop. E								←————→	
Total(ha)	13	13	154	154	154	154	197	216	216

contract with the company which sale and process of vegetables nationwide, so the company purchases the full amount of vegetables and circulates to other areas (for example Tokyo or Osaka). They don't have network with JA or organizations in polder, so they have struggle to find a place in local community in polder.

【International level】

In international level, we had fieldwork in Hong Binh village in Hue Prov. Vietnam, and surveys on local rubber industry.

Huong Binh village was formed by settler from other areas by policy. Approximately 3,000 people (600 households) live, and agriculture and forestry business is prosperous. Cassava, acacia, and rice grown in a dry field were cultivated everywhere in the village. In recent years, the rubber plantations greatly expanded, and the farmers who make the rubber cultivation increased. However, about the process of the rubber cultivation in the Huong Binh village has many uncertain



Figure1: Collection of the sap of rubber

points. Therefore we interviewed to Huong Binh village office, rubber farmers and middlemen to research present situation and factors of Expansion of the rubber plantation.

It was thought that three policies contributed to expansion of the rubber plantation in the Huong Binh village. The first is a settlement policy called "New Economic Zone" in 1975. By this policy, people settled to Huong Binh village, and village population increased. The second "is Program 327" in 1993. By this policy, people who wanted to perform rubber cultivation were assigned the land of the country. This led to the rubber cultivation start in the Huong Binh village. The third is a policy called "Agricultural Diversification Project" which in 2001. By this policy, because the financing from the bank for rubber farming families was carried out, the rubber cultivation in the Huong Binh village spread rapidly. Therefore, in the Huong Binh village, some policies not only pushed the settlement of people and the opportunity of the rubber cultivation start, but also contributed to expansion of the rubber cultivation and changed the land use of the village.

【Conclusion】

In these two cases, backgrounds of changes are different, but they have common factors that change of land use and settlement was caused by policy. Growth and development of infrastructure made activation of the agriculture. However, there are some future issues; environmental problem at the point of change of land use and community formation in settlement area.

ダナン市の廃棄物マネジメントにおける現状と課題

実習概要

岡山大学大学院環境生命科学研究科

准教授 松井康弘

1. はじめに

本実習は、日本及びベトナムにおける廃棄物マネジメントの実態把握、課題抽出、政策提言の一連の流れを学生自身が経験し、英語でのコミュニケーション能力、情報収集・分析能力を養うことを目的に実施した。学内実習では岡山大学の廃棄物マネジメント、国内実習では岡山市の廃棄物マネジメント、国際実習ではダナン市の廃棄物マネジメントを対象として実習を行った。

2. 実習の概要

(1) 学内実習：岡山大学の廃棄物マネジメント

岡山大学の環境管理センターを学生が訪問し、学内における廃棄物発生量について基礎データを収集した。廃棄物の量は増加傾向であり、平成 25 年度は全廃棄物排出量に対する再資源化物排出量の比率（再資源化率）が昨年度に比べて悪化していること、資源回収できる紙類が可燃ごみとして排出されていること等の問題点、その解決策の要点を学生がとりまとめた。

(2) 国内実習：岡山市の廃棄物マネジメント

岡山市民を対象として、2014 年 10 月 12 日（日）に 4R 体験イベントを企画・開催した。タイトルは「食べきりーの飲みきりーので、はじまるオニ退治 2014」で、場所は西川緑道公園～下石井公園の周辺エリア及び「ハレノミーノ nishigawa」参加店舗 55 店舗中のイベント協力店舗 19 店舗にて開催した。イベントには 128 名が参加し、参加者アンケートにより、啓発効果を把握した。イベント前とイベント後の 4R の認知度・理解度を調べたところ、「言葉も意味も知っている」と答えた人が 27%→70%となり、イベントによる啓発効果が認められた。



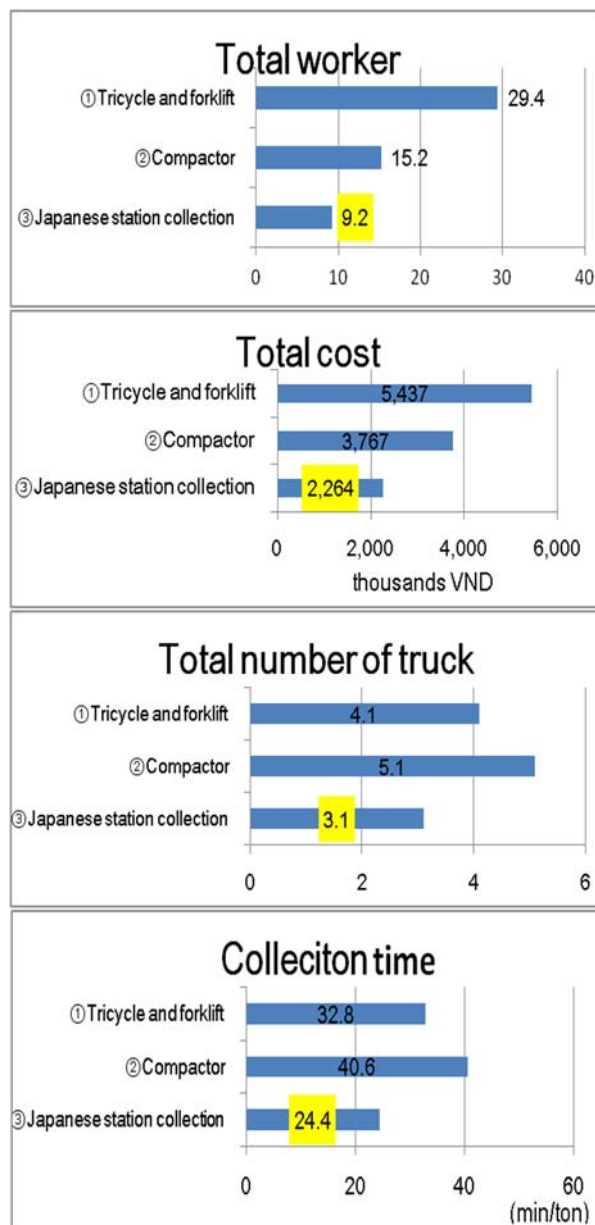
(3) 国際実習：ダナン市の廃棄物マネジメント

国際実習では 2014 年 8 月 25 日～9 月 1 日の期間にベトナムのハノイ市とダナン市を訪問し、廃棄物行政・処理事業の関係者に対して廃棄物マネジメントの現状と課題に関するヒアリングを実施した。また、ダナン市では、廃棄物の収集・運搬コストに係る基礎データを収集するとともに、最終処分場にてトラックの出発・搬入時刻をビデオで記録し、作業時間データを収集した。

ダナン市では、①三輪車による人力の各戸収集・フォークリフトトラックへの積み替え、②コンパクタートラックによる各戸収集、の2つの収集方式があり、その収集効率を比較した。また、日本で実施されている③コンパクタートラックによるステーション収集、の収集効率についても併せて比較することとした。結果は右図の通りとなり、日本の収集システムが従業員の数、費用、トラックの数、収集時間においてダナン市の収集システムよりも効率的であることが明らかとなった。ベトナムでは、コンパクタートラックに対する初期投資が大きく、必要な車両数が不足しているため、従来の①三輪車による人力の各戸収集・フォークリフトトラックへの積み替えが主流となっているが、人員・コストの点では日本のステーション収集方式の方が優れており、その導入に向けた収集・運搬計画の策定支援、初期投資に対する資金援助等の適切な支援をすることで、大幅に改善を図ることができるものと考えられる。

3. 総評

最終処分場の調査を実施した際、学生自身が現地の大学生と一緒に行動してコミュニケーションを取ったり、Waste Picker のテント近くを自分の足で歩いたりし、学生にとっては途上国の廃棄物マネジメントの実態を自分自身の目と耳と足を使って理解し、現地の関係者と英語を使ってコミュニケーションする良い機会となった。また、短期間の実習の中で十分な情報・データが得られない中、成果としてまとめることの難しさを実感しながら報告書・プレゼンテーションをまとめたこと、英語での要旨作成といったことも、有意義な経験となった。こうしたことを通じて、学生が自らの能力不足を自覚し、向学心・意欲・関心の向上につながったものと考えている。



収集効率のシナリオ評価の結果



ダナン市の最終処分場の調査風景

ダナン市の廃棄物マネジメントにおける現状と課題

岡山大学大学院環境生命科学研究科

48426302 足立裕紀

はじめに

現在の社会は大量生産・大量消費型の社会を形成しており環境保全と健全な物質循環を阻害しており、地球温暖化、天然資源の枯渇、大規模な資源採取による自然破壊など様々な環境問題も深刻である。持続可能な社会を築くためにも廃棄物マネジメントにおける現状と課題を理解し、解決していくことは重要である。学内実習では岡山大学の廃棄物マネジメント、国内実習では岡山市の廃棄物マネジメント、国際実習ではダナン市の廃棄物マネジメントについて現状と課題を理解し、解決に向けた政策提言を行う事を目的とした。

学内実習：岡山大学の廃棄物マネジメント

岡山大学での廃棄物の量は増加傾向であり、平成 25 年度は全廃棄物排出量に対する再資源化物排出量の比率（再資源化率）も昨年度に比べて悪化している。岡山大学では資源回収できる紙類がまだ可燃ごみとして排出されており、解決策として教職員・学生による廃棄物の分別状況の指導及び内容物の確認や雑紙回収の普及啓発（HP や冊子）などが挙げられる。

国内実習：岡山市の廃棄物マネジメント

現在の岡山市の廃棄物マネジメントは、平成 21 年 2 月にごみ有料化を導入し、大幅なごみ収集量の減量、資源化率の向上を達成した。また 1 人 1 日あたりの排出量は、H22 年度は 837g であるが、H37 年度には 720g まで削減することを目標にしており 3R の推進が一層必要となっている。

平成 25 年 1 月に実施した岡山市民を対象とした Web アンケートの結果から、岡山市では①Reduce/Reuse の実施率が低い、②若年層・学生等の Recycle 参加率が低い③環境教育の講座・説明会には大学生や若年層が参加しない、といったことが課題として挙げられた。

現在の課題を解決するために 2014 年 10 月 12 日（日）に 4R 体験イベントを企画し、開催した。タイトルは「食べきりーの飲みきりーので、はじまるオニ退治 2014」で、場所は西川緑道公園～下石井公園の周辺エリア及び「ハレノミーノ nishigawa」参加店舗 55 店舗中のイベント協力店舗 19 店舗にて開催した。

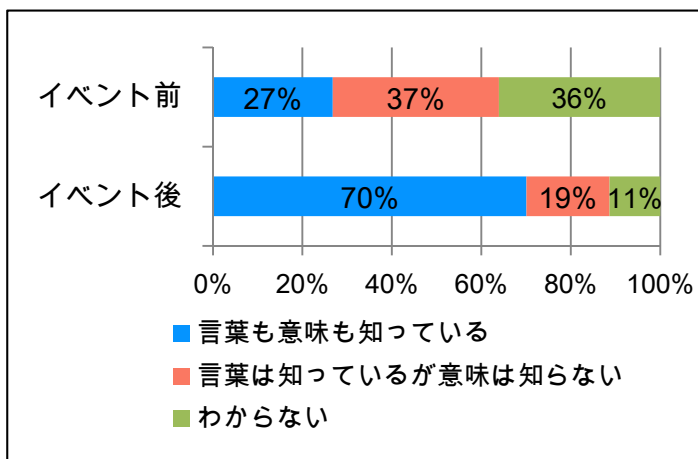
4R 体験イベントは、4R が浸透していない若年層をターゲットにした 4R の認知度・理解度の向上を目的とし、会場内に設置した Stage1～Stage5 の各 Stage に 4R 体験・ゲ



ーム的要素を盛り込み、桃太郎のオニ退治のストーリーに仕立てた 4R 体験イベントとした。

4R 体験イベントには 128 名が参加し、当初ターゲットとして考えていた若年層（20～40 歳代）は参加者の 72.5%を占めた。今回のイベントの感想を尋ねたところ、「大変良かった」「良かった」と答えた人が 98%であり、

参加者のほとんどがイベントに対して好印象であった。イベント前とイベント後の 4R の認知度・理解度を調べたところ、「言葉も意味も知っている」と答えた人が 27%→70%となり、「わからない」と答えた人が 36%→11%となりイベントによる啓発効果もみられた。



4R の認知度・理解度

国際実習：ダナン市の廃棄物マネジメント

国際実習では 2014 年 8 月 25 日～9 月 1 日に、ベトナムのハノイ市とダナン市を訪れ、特にダナン市の廃棄物マネジメントの状況と課題を学んだ。ダナン市は人口約 99 万人であり、ごみの発生量は一日一人当たり 0.72kg である。またダナン市の都市地域である Cam Le 地区は、人口約 10 万人、面積約 35km²、ごみの発生量は一日一人当たり 0.57kg であり、田舎地域である Hoa Vang 地区は、人口約 12.5 万人、面積約 736 km²、ごみの発生量は一日一人当たり 0.4kg である。

今回はまずダナン市の廃棄物マネジメントの現状と課題を理解するために Da Nang DONRE (Department. of Natural Resources and Environment) Cam Le Factory (CamLe 地区の廃棄物管理を行っている会社) Da Nang URENCO (Urban Environment Company) Hoa Vang Factory (Hoa Van 地区の廃棄物管理を行っている会社)を訪れヒアリング調査を行った。

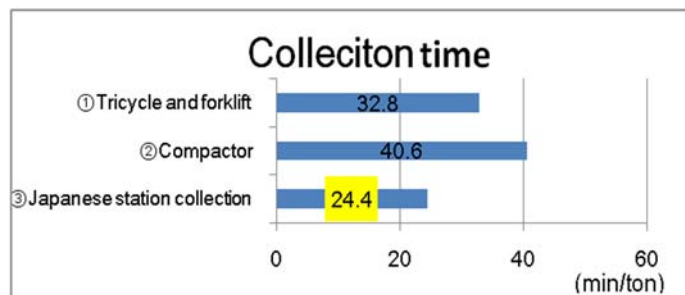
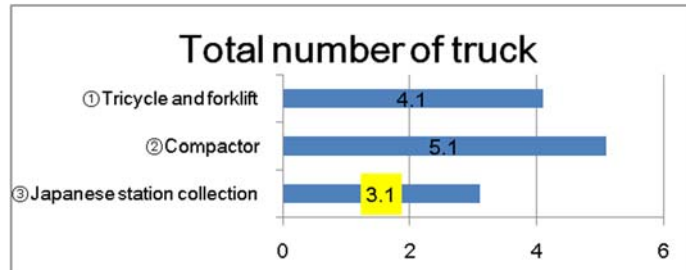
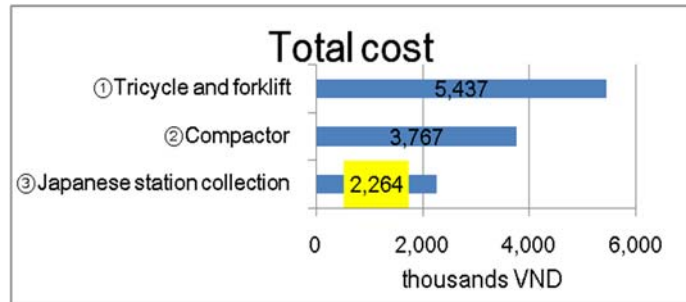
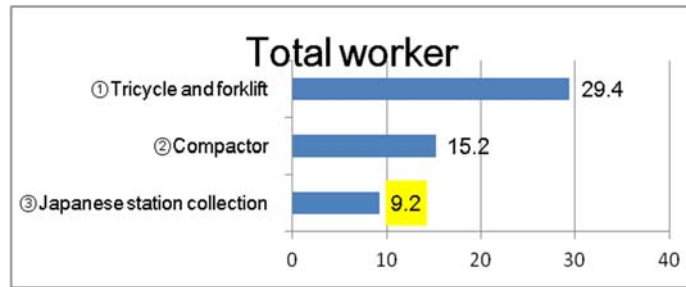
ダナン市では三輪車による人力の各戸収集とフォークリフトトラックへの積み替えが主流であり、コンパクタートラックによる各戸収集が 3 地区で行われている。人口密度が平均的なところでは、ごみ収集は 15-30min/660L であるが、人口密度が低いところではごみ収集は



70-80min/660L である。Hoa Vang 地区においては、公共収集が浸透しておらず、収集率は 40-70%にとどまっており、収集率の向上が大きな課題である。そしてダナン市の課題としては、廃棄物収集・運搬に関わる費用は大きく、その効率化が課題になっている。

ダナン市の各地域の廃棄物収集についての実際のデータを得るために最終処分場でのデータ収集を行ったところ、Cam Le 地区での 1 日の 1 トンあたりの収集時間は 33 分であった。そして今回の調査データと、ダナン市のコンパクタートラックによる収集運搬と、日本でのステーション収集についてシナリオ評価を行ったところ、日本の収集システムが従業員の数、費用、トラックの数、収集時間においてダナン市の収集システムよりも効率的であるという結果になった。日本の収集システムを導入することが、収集

効率の向上になる可能性があるが、ベトナムには日本とは違い、ウェイストピッカーなどの人達がいるため、日本の収集システムを導入することは簡単ではない。もし導入するとなれば、導入できる場所などを選定し、時間をかけ慎重に行っていく必要がある。



収集効率のシナリオ評価

実習を終えて

私は今回のプロジェクト実習を通してそれぞれの地域における廃棄物マネジメントの現状や課題を理解することができた。ベトナムでは日本とは全く違い、ごみを拾って生活しているウェイストピッカーがいることに非常に衝撃をうけた。ごみ収集や運搬に関しても日本とは違い、実際に現地に行ってみると全く別の環境であることを実感した。また実習以外でも、現地の食事が食べたことのない味であったこと、交通ではバイクがとても多く道路を横断することが非常に困難だったこと、英語を使って会話や議論をしていくことなど、どれも非常に刺激的であり良い経験になったと感じている。今回の実習をきっかけにグローバルな視点を持つことや、英語で会話できることの重要性を学んだのでこれからの研究にいかしていきたいと思う。



Transportation company



Hoa Vanh Factory



Cam Le Factory



Landfill Site

謝辞：最後に本プロジェクト実習にあたり、ハノイ市でお世話になった Cao Le Hung さん、Dang さん、ダナン市でお世話になった Son さん、Mai さん、Vi さん、そして指導して下さいました松井先生に深く感謝いたします。

Current situation and challenges in waste management in Da Nang City

48426302 YUKI ADACHI

Introduction

Today's society is a mass disposal and environmental issues is also serious such as global warming, depletion of natural resources, large-scale resource extraction. The challenge is to build a sustainable society that does not put the burden on the global environment. Our objective are understanding the current situation and problems of waste management in Okayama City and Vietnam in Da Nang City, and to suggest the resolution of problems.

Campus Practice : Waste management in Okayama University

The amount of waste in the Okayama University is an increasing trend, 2013 fiscal ratio of recycled product emissions to the total waste emissions (recycling rate) are also worse compared to last year. In Okayama University has paper that can resource recovery is discharged still as combustible waste. Solutions are confirmation the contents of the separation situation of waste by faculty and students and public awareness of the paper recovery of the guidance and (HP or booklet), and the like as.

Regional Practice:Waste management in Okayama City

In Okayama City, introduced a garbage fee into February H21, it was achieved significant improvement in waste collection amount of reduction and recycling rate. The waste generation per person per day is 837g in H22, and ,the goal is to reduce the waste generation 720g in H37.

Challenge of Okayama City are ①Low recycle participation rate such as young people and students ②Low implementation rate of Reduce / Reuse ③Students and young people do not participate much in environmental education. (The reference to the Web survey results was carried out in January 2013)

October 12, 2014 in order to solve the current problems,we planned 4R experience event and held. Title is 「Tabekiri-no,Nomikiri-no de hazimaru Onitaizi2014」 Place are the surrounding area of Nishikawa Ryokudo park ~ Shimoishii park and "Harenomino nishigawa" event cooperation stores 19 stores participating stores 55 stores. Purpose are improvement of awareness and

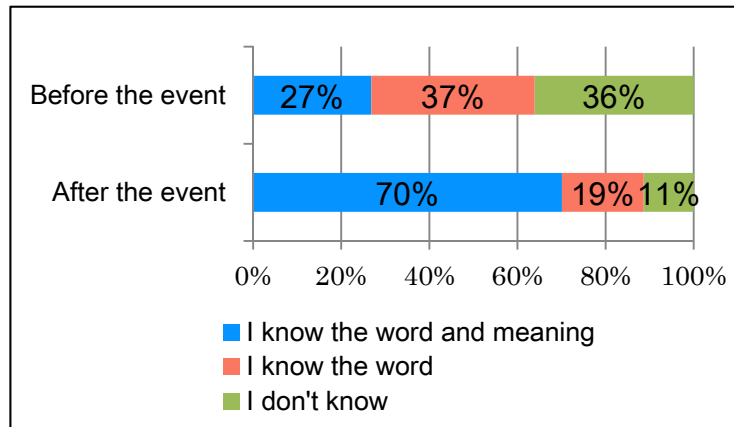


understanding the 4R of young people that do not penetrate.

Incorporating the 4R experience and game elements to the Stage1 ~ Stage5 .4R experience events along the story of Momotaro.

128 people participated in 4R experience events ,

young people, which has been considered as the target initially (20-40 years old) accounted for 72.5% of the participants. We asked impressions of this event, who answered "very good", "good" is 98%, most of the participants had a good impression for the even We examined the awareness and understanding of the 4R of pre- and post-events, the person who answered "I know the word and meaning" became 27% → 70%, who answered "I don't know" became 36% → 11%.We were able to confirm the enlightenment effect of events.



Awareness and understanding of the 4R

International Practice:Waste management in Da Nang City

We visited Hanoi and Da Nang in Vietnam from August 25,to September 1,in 2014. I especially learned the situation and problems of waste management in Da Nang City.

The population is about 990 000 people and waste amount is 0.72kg per person per day in Da Nang City. In Cam Le district the urban area of Da Nang City, population is about 100,000, area about 35km2, the waste amount is 0.57kg per person per day. In Hoa Vanh district the rural area of Da Nang City, population is about 125,000, area about 736km2 the waste amount is 0.4kg per person per day. We collected data on waste management in Da Nang City at Da Nang DONRE (Department. of Natural Resources and Environment) , Da Nang URENCO (Urban Environment Company) , Cam Le Factory(Company that manages the waste in Cam Le) , Hoa Vanh Factory(Company that manages the waste in Hoa Vanh), Transportation company.



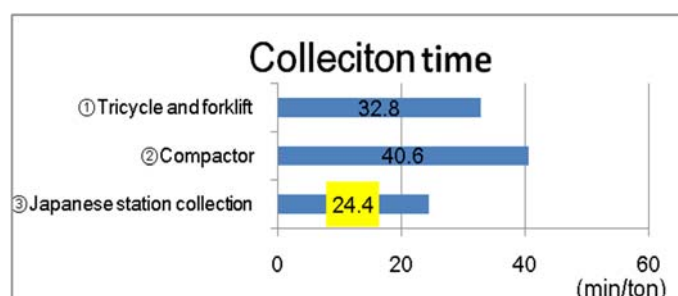
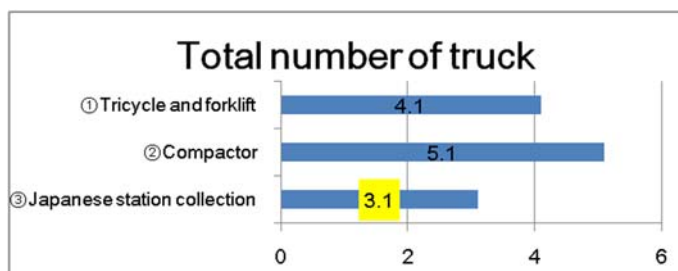
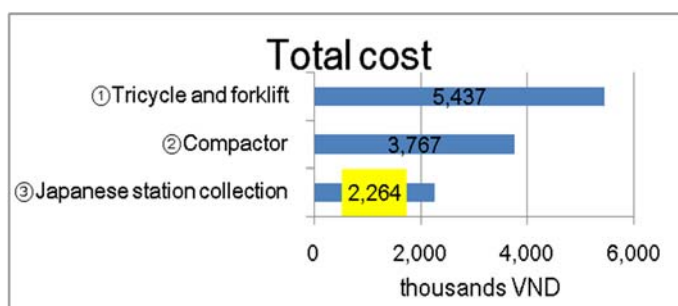
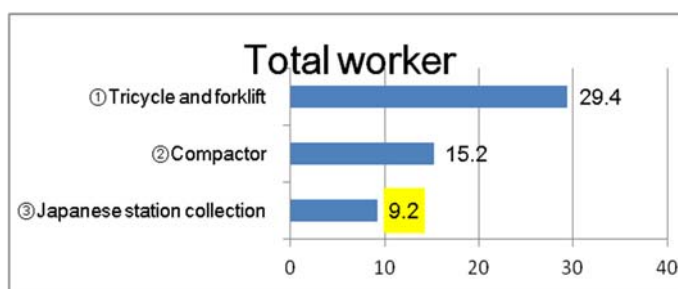
Current situation and challenge of waste collection and transportation in Da Nang are Tricycle door-to-door system and forklift dustbin collection system are majority. Compactor truck door-to-door system: used in 3 wards. In average population density area, waste collection is a 15-30min / 660L, but in low population density area, waste collection is a 70-80min/660L. Public collection is not penetrated in Hoa Vang district. (Collection coverage is 40% -70%).Because the ratio of kitchen waste is high, they are considering a small composting on-site. Costs of waste collection and transportation is large, its efficiency has become a challenge.

We were collecting the data of waste collection amount and collection time of the one day of each region of Da Nang. at landfill site. Collection time of waste per ton has been average of about 33

minutes in Cam Le. We evaluated scenario for collection and transportation cost of Cam Le district based on these scenarios. ① Tricycle and forklift collection and transportation in Da Nang (survey data) ② Compactor truck collection and transportation in Da Nang ③Waste collection and transportation in Japan.

As a result of the scenario evaluation, number of employee, cost, number of tracks of Japanese system, was more efficient than the collection system of Danang.

By incorporating a waste collection system in Japan, could be improved collection efficiency. But, there is waste picker in Vietnam. It is necessary to consider them if they incorporate a waste collection system in Japan.



Scenario evaluation for the improvement of collection

実習テーマ：同齢単一樹種植栽（モノカルチャー）が森林生態系の維持発達に与える影響

担当教員：環境生態学講座 嶋 一徹

参加学生：48426211 林 有生

I. 概略

熱帯多雨林のゴム、アカシア大規模プランテーション（＝ベトナム・フエ北部の中山間地帯）および湿潤温帯林の針葉樹同齢一斉造林地において、同一樹種を一斉大面積に植栽することが、森林生態系に及ぼす影響を実地に調査する。現地で計測したデータおよび採取試料の分析をもとに、これら2つの異なる気候条件下に位置する実習地での共通点と地域特性について検討を行うことを目的とした。

II. 学内実習

学内実習では、土壌環境を知る上で重要な事項について分析機器の取り扱いおよび手法の習得を行った。実習を行った項目は以下の通りである。

- 1) CNコーダーを用いた全炭素、全窒素含有率の計測
- 2) 採土円筒を用いた土壌採取の方法および実容積計を用いた容積重の計測
- 3) 元素分析に必要な乾式灰化の方法およびファーンレス式原子吸光分光光度計を用いた計測手法
- 4) 土壌粒径区分による土性および真比重などの物理性計測法

これらの計測・分析手法を十分に習得した後、以下の国内、国際実習を行い、自ら採取した試料の分析、解析を行った。

III. 国内実習

- 実施期間：2014年5月～12月までの6回（約1ヶ月間隔）
- 実習内容：同一樹種を一斉大面積に植栽することが、森林生態系に及ぼす影響を比較するために、国内では岡山県津山市加茂町黒木地区内のヒノキ43年生植林地を対象地に選んで実習を行った（写真3.1, 写真3.2）。

今回の実習では、降雨にともなう表土流出の計測を行うため、自ら試行錯誤しながら計測装置を自作して（写真3.3）、期間中の表土の移動を調べた。

また、野外実習で採取された移動表土は実験室内に持ち帰り、学内実習で習得した計測・分析方法を用いて理化学的



写真 3.1 国内実習の対象地



写真 3.2 気象観測データ回収



写真 3.3 学生が自作した計測装置

な解析を行った。

IV. 国際実習

- 実施期間 2014年6月20日～27日
- 実習内容 国際実習はベトナム中部フエ省 Huong Binh 村で行った。
 - 1) はじめに行政機関(村役場)を訪問して対象地の選択、実習許可などの打ち合わせを行い、海外調査における手続きを実地に学んだ(写真4.2)。
 - 2) このプロセスにおいて、ほぼ同年代に植林されたゴム植林地7カ所を実習地として選び、所有者への聞き込み調査をもとに過去の土地利用や現在の土地管理状況、またゴムの収量など調べた(写真4.1)。
 - 3) 次に所有者の案内のもと現地へ行き(写真4.4)、地形状況や土壌サンプルの採取を行った(写真4.3)。
 - 4) 採取サンプルは学内実習で習得した方法を用いて分析を行った。



写真 4.1 所有者への聞き込み調査



写真 4.2 村役場で打ち合わせと実習地の選択



写真 4.3 ゴム植林地における土壌試料の採取



写真 4.4 所有者の案内で実習地へ向かう途中

V. 終わりに

今回のプロジェクト実習を通じて、実習参加学生は、国内外の野外調査の基本的な手法を学んだ。特に海外調査時における情報収集と現地でのコミュニケーションの重要性を実地に認識できた。さらに、同一樹種を大面積一斉造林することによる土壌劣化の実態を気候条件の全く異なる2つの地域で実際に学ぶことができた。

アジア環境生成特別コース プロジェクト実習成果報告
ベトナム中部ゴム植林地における土地利用の変化が表層土壌特性に及ぼす影響

環境生命科学研究所 生命環境学専攻
48426211 林 有生

I 学内実習

国内実習および国際実習で必要となる以下の項目についてその分析方法を学習した。

土壌の物理的特性

容積重

50 cm³の採土円筒を用いて表層土壌を採取し、デジタル実容積測定装置 (DIK-1150) を使用して実容積を計測した。生重と乾重を計測した後、計算式から単位体積当たりの容積重を求めた。乾重は、試料を 105° で 24 時間以上乾燥させたのち計測した。

粒径区分

国際法に従って、ピペット法とふるい分け法による粒径分析を行った。

土壌の化学的特性

全炭素および全窒素

土壌を粉碎後、CN コーダー (CN コーダー MT700 Mark II) を使用して計測した。

全リン (Total-P)

乾式灰化処理を行ったのち、モリブデンブルー法で計測した。

可給態リン

0.002N の硫酸で抽出したのち、モリブデンブルー法で計測した。

無機養分元素 (Total-K、Total-Mg、Total-Ca)

乾式灰化処理を行ったのち、原子吸光光度計 (島津 AA6800) を使用して計測した。

2.調査地および調査方法

調査地は岡山県津山市加茂町のヒノキ人工林である。まず同林内に調査プロットを設置した。そのプロットを分割した後、ひとつは 2012 年 11 月に間伐施業を行った。もうひとつは、一切手を加えず、放置したままで調査を開始した。調査期間は 2013 年 5 月 27 日から 2014 年 11 月 21 日までである。プロット内に、自作の装置を設置して、地表流に伴う表土および有機物を回収した。回収物は研究室に持ち帰り、分類後乾重を計測して移動量とした。

3.結果と考察

地表流に伴って移動した礫および砂の量に、間伐実施の有無による違いは認められなかった (図 1)。間伐を実施した場所も、間伐を行っていない場所と大差ない表土が移動していることから、地表流に伴う表土の移動には間伐の有無以外に傾斜や土性など他の要因が強く関係していると考えられた。

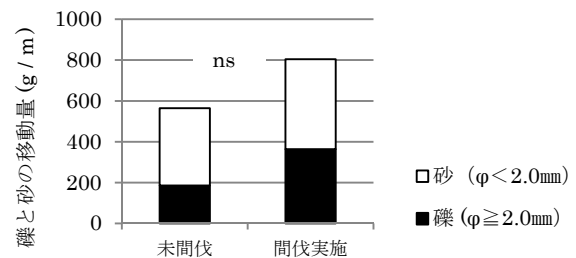


図 1 地表流に伴って移動した礫および砂の量 ns は有意差がないことを示す。2013 年 5 月 27 日～11 月 21 日までの移動量を示す。

II 国内実習

1.研究背景

第二次世界大戦後の一斉拡大造林によりスギやヒノキの単一林が増加した。現在、木材価格の低迷や作業コストの高騰から間伐の遅れなど、管理が行き届いていない森林が多く存在する。これらの森林では、下層植生の衰退による土壌流出などが問題となっている。そこで、間伐の有無が表層土壌の移動に与える影響について、調査を行った。



図 2 間伐を行っていない林内の様子 (写真)

III 国際実習

1. 研究背景

熱帯湿潤地域では林床有機物の蓄積が少ないことが知られている。また土壌中の養分含有率が湿潤地帯や半乾燥地に比べて低いことも指摘されている。一方で、単一林は多様性が低く、下層植生が除去される場合が多いため、土壌の劣化が強く懸念されている。そこで、ベトナム中部のゴム単一植林地において過去の土地利用が表層土壌の特性に及ぼす影響について調査を行った。

2. 調査地および調査方法

調査は2014年6月23日から27日に行った。

調査地はベトナム中部フエ省のHuong Binh集落である。2001年から2003年の間にゴム林に転換した7カ所にプロットを設定した。ゴム林管理者の農家の方に、過去の土地利用や現在の土地管理状況、またゴムの収量などについて聞き取り調査を行った。その後、各プロットにおいて土壌サンプルを採取し土地の地理的状況や木の生育状況を計測した。採取したサンプルは研究室に持ち帰り土壌の化学的、物理的特性について分析を行った。

3. 結果と考察

3.1 調査地の地形

各プロットの傾斜角度にはばらつきがあった(表1)。プロット3はほぼ平坦であるのに対し、プロット5の傾斜は20度以上であった。傾斜が急なプロット4とプロット5では土壌の流出による根茎の露出も確認できた。

表1 各プロットの傾斜角度

プロット番号	傾斜角度(°)
1	8.6
2	9.0
3	<3.0
4	14.3
5	23.5
6	6.3
7	4.9

3.2 過去の土地利用

過去の土地利用については大きく二つに分類することができた(図3)。自然林を伐採しゴム植林地へ転換したプロットと、以前から植林地または農地として利用していたプロットがある。ゴムを植林する前は、アカシア植林や米の栽培などが行われていた。

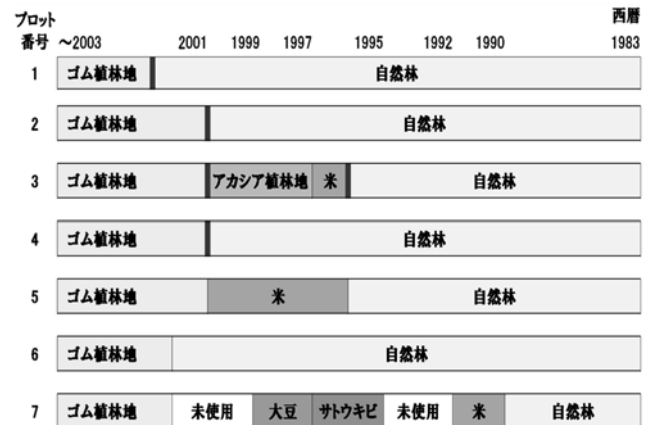


図3 各プロットの過去30年間の土地利用の変化
太線は火入れのタイミングを示す

3.3 土地の管理状況

すべてのプロットで年間300~500kgの化成肥料が施肥されていた(表2)。プロット2、3、5および7では有機質肥料が化成肥料と一緒に施肥されていた。

どのプロットも除草作業を行っているため、下層植生は貧弱であった。ほとんどのプロットでは除草剤が使用されていたがプロット1だけは手作業で除草を行っていた。除草作業は収穫時期に入る前の1月から3月にかけての期間で行われていた。



図4 下層植生が除去されたゴム植林地(写真)

化成肥料の施肥量とゴムの収量およびゴムの胸高直径との間に相関関係は認められなかった(図5および図6)。これは収量および木の生育状況は化成肥料の施肥量に依存していないことを示す。このことから施肥した化成肥料が流出している可能性が示唆された。

表2 各プロットにおける肥料の施肥状況

プロット番号	肥料の施肥量(kg/ha/year)	
	化成肥料 NPK(16:16:8)	その他
1	150kg x2回	KCl 50kg x2回
2	250kg x2回	有機物(肥料) 1000kg x2回
3	200kg x2回	有機物(肥料) 1330kg x2回
4	200kg x2回	-
5	250kg x2回	有機物(豚糞 + わら) nd
6	150kg x2回	-
7	167kg x2回	有機物(肥料) 3330kg

nd はデータがないことを示す

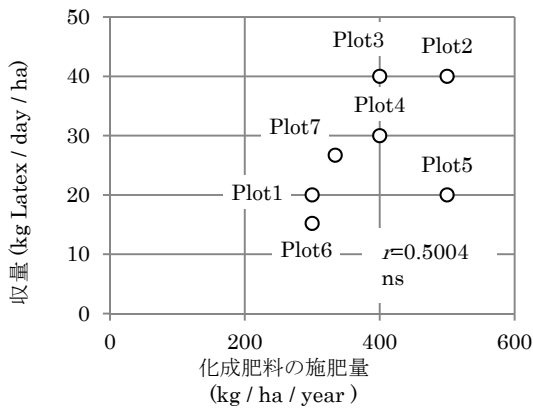


図5 化成肥料(NPK)施肥量とゴムの収量の関係
nsは相関関係がないことを示す

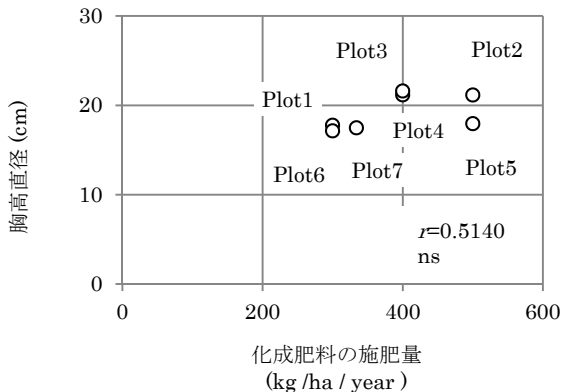


図6 化成肥料(NPK)施肥量とゴムの直径の関係
nsは相関関係がないことを示す

3.4 表層土壌の化学的特性

土壌中の養分元素の含有率を計測した結果を図7に示した。化成肥料として施肥されている窒素、リン、カリウムについてはプロット間の違いを見つけることは難しかった。その一方でマグネシウムとカルシウムをみると、プロット1、2、および3に比べて、プロット4、5、6、および7の方がより多く養分が土壌中に残っていることがわかった。特に、マグネシウムは、5-10 cmのより深い層でその差が顕著であった。

このことから、プロット1、2および3では、土壌流出により深い層まで養分が流出している可能性が示唆された。

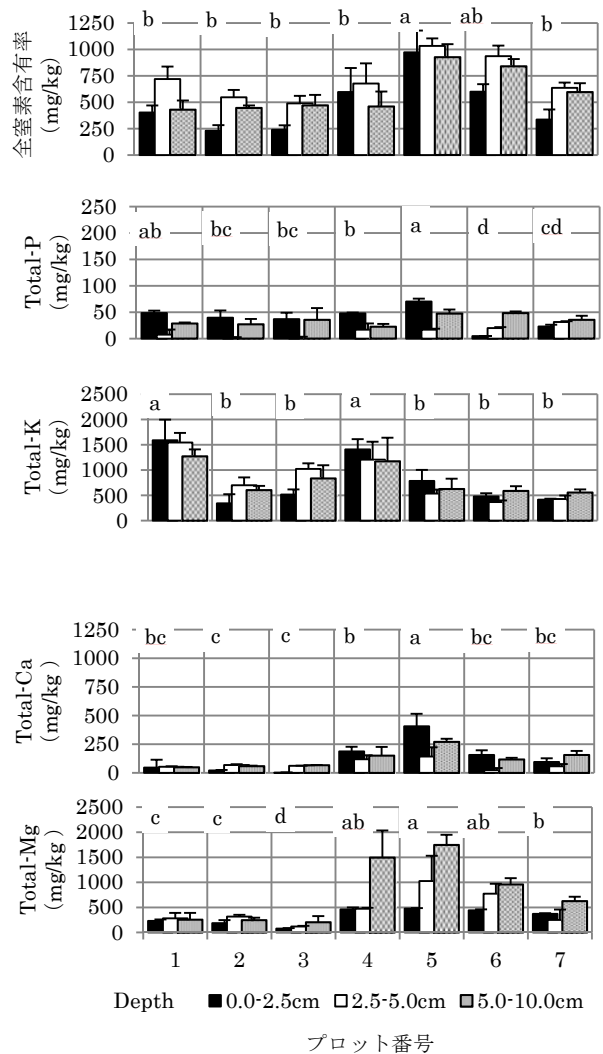


図7 各深さにおける土壌中の養分元素の含有率
縦線は標準偏差の幅を示す(n=3)。異なるアルファベット間には、表層部0.0-2.5 cmの養分含有率について、有意な差があることを示す(多重検定 $p < 0.05$)。

3.5 表層土壌の物理的特性

粒径組成は土壌の養分保持能力に関係する上、土壌流出の程度を知る手掛かりにもなり得る。

各プロットの土性は砂壤土および砂質埴壤土であり、砂が多く、シルトと粘土が少なかった。

深さ 0.0-2.5 cm の表層部では、各プロット間で粒径組成に差は認められなかった。しかし、2.5 cm より深い層では一部で砂、シルトおよび粘土の割合に差が認められた。具体的にはプロット 5 はプロット 3 よりもシルトの割合が高いことが明らかになった。プロット 5 は、過去に米を栽培しており、プロット 3 は過去にアカシアを植林していた。アカシア林の伐採をする過程が土壌への強度な攪乱となりプロット 3 のシルト流出へと繋がった可能性がある。

以上の結果から、表層土壌の特性には過去の土地利用が影響している可能性が示唆された。

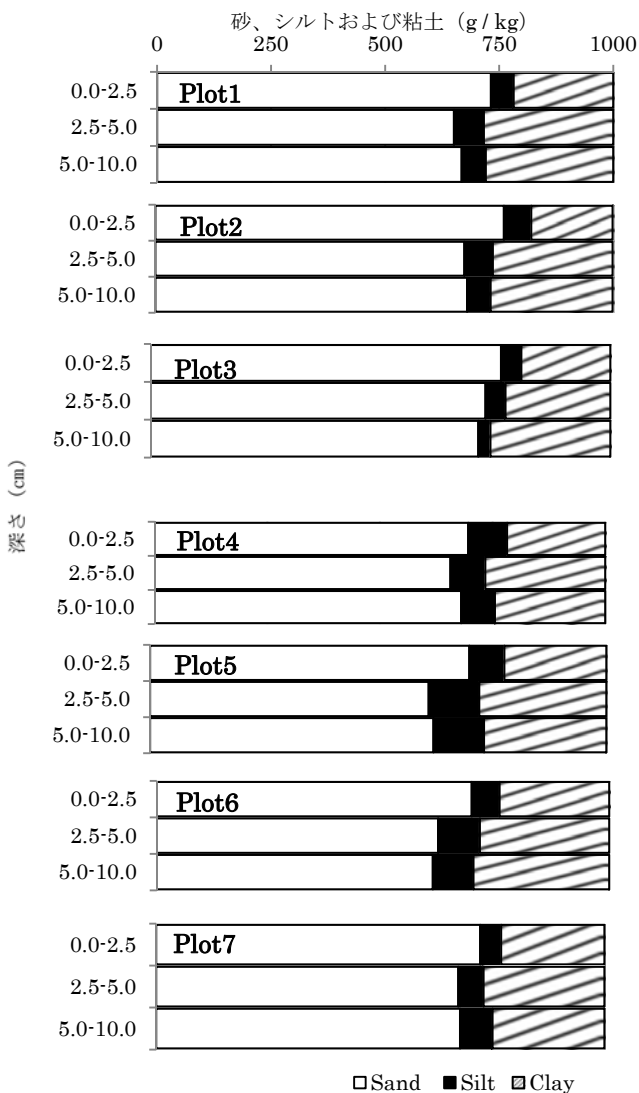


図 8 表層土壌の砂、シルト、および粘土の割合

3.6 全炭素含有率と全窒素含有率

表層土壌中の全窒素含有率はベトナムの他の場所と同じように総じて低い値であった。また、全窒素含有率は、全炭素含有率の増加に伴って増加する傾向が認められた (図 9)。このことは有機物が流出せずに残っている場所では、窒素養分も土壌中に残っていることを示唆している。したがって、地表面の有機物の蓄積は、やはり重要であると言えるだろう。

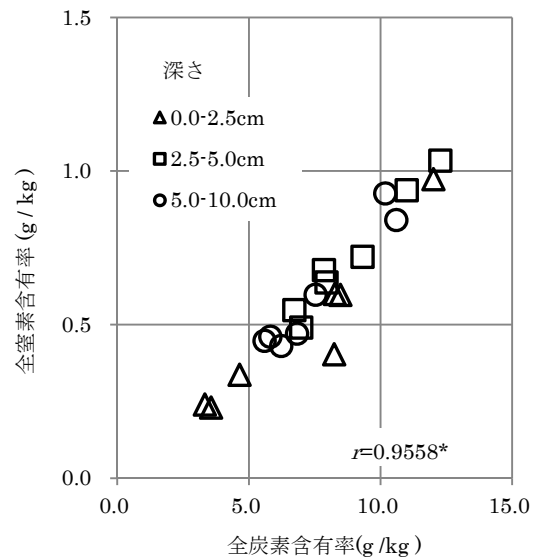


図 9 全炭素含有率と全窒素含有率の関係
*は有意な相関関係があることを示す ($p<0.05$)

IV 結論

今回の調査から、地形および過去の土地利用がゴム林での土壌劣化を招く重要な要因である可能性が示唆された。しかし、その他の要因、例えば有機質堆肥の施肥状況や除草作業の頻度や時期などの管理方法の違いなどを踏まえて、今後さらに調査を進める必要があるだろう。

今回、日本とベトナムでヒノキおよびゴムの単一林を対象に調査を行った結果、人間によるその土地の利用方法や管理方法が、森林に強く影響を与えることが示唆された。人工林を利用していくためには、人間が与える森林への影響について深く考え、行動しなければいけないと言えるだろう。

アジア環境再生特別コース プロジェクト実習の成果・感想
プロジェクト実習を終えて

環境生命科学研究所 生命環境学専攻
48426211 林 有生

このプロジェクトを終えて一番に思うことは、本当に貴重な体験をしたなということである。学内、地域、国際それぞれの実習内容はもちろんのこと、実習の成果を英語で発表して報告書にまとめるという作業は、英語に強い苦手意識を持つ私にとって大きな挑戦であり、良い機会をいただいたと感じている。

研究を進めていく過程で、自分自身の知識不足や語学力の低さを痛感する場面が多々あり、苦しい場面もあったが、研究への姿勢を再認識できたのは大きな収穫だと考えている。またいろいろな専門分野をもつ人が集まる場で、自分が学んだことをどのように相手に伝えるかを考える作業は非常に有意義であった。

国際実習として、日本を飛び出し海外へ調査に行っただけで感じたことは、自分自身で体験することの重要さである。今回私が体験し、感じたことは実際に自分で体験しなければ知りえないことばかりだった。このプロジェクトで初めて乾季のベトナムを訪れたが、気温 40 度の世界は、自分が体験するまでは言葉で聞いても想像できなかつたろうと思う。また、ベトナムの土壌は日本の土壌とは異なっていたが、その色や手触りは写真や文章では得ることができない知識である。その土地の文化や気候など自分自身が肌で感じたことはおそらく一生忘れることはないだろう。さらに、言葉の壁を感じながらもコミュニケーションをとり、意思疎通を図ろうとした経験は今後も必ず私の中で生きてくると確信している。

海外と聞くと、どうしても遠い世界の話のように感じてしまいがちだが、ゴム植林地で実際に農家の方々と話をし、その生活を垣間見ることで、その暮らしを身近な問題として考えることができたと思う。これからますますグローバル化が進むと考えられるこの社会の中で、海外に行き、日本で当たり前前ではないということに改めて実感したことは、財産であると思う。一度日本を離れたからこそ、日本という国について新しい発見もあり、違った視点で物事を考えられるようになったと感じている。

地域実習と国際実習を通して、同じ単一林という特徴を持つそれぞれの森林について考察できたことも大きな収穫であった。日本の人工林は、管理が行き届かず下層植生が衰退して土壌流出に繋がることが問題視されている。一方で、ベトナムのゴム林では除草剤を散布し、下層植生を除去することで土壌流出に繋がると問題視されている。人と森林との関わり方が両極端のように見えるこれらの森林において、どちらにおいても人間による森林の管理方法のあり方が問われていたことは非常に興味深い。

今回の調査で、ベトナム中部のゴム植林地において大量の化成肥料を施肥しても期待通りの効果を得られていない可能性が示唆された。肥料の購入費は農家にとって大きな負担であると考えられる。調査の目的はゴムの収量を増やすことではなかったが、今後研究を進めていくことで解決への糸口を掴めればと考えている。

最後にこの研究を進めるにあたり、長期間根気強くご指導いただいた嶋一徹准教授、ならびに農家の方への聞き取りをはじめ一緒に調査を進めてきた Nguyen Thanh Binh さんに心より御礼申し上げます。そして、Huong Binh 集落の農家の方々をはじめ、ご協力いただいた関係者の皆様、また様々な場面で協力、助言してくれた土壌環境管理学研究室のメンバーに深く感謝致します。

Project Researches on “Environmental Rehabilitation in Asia”
**The Effects of Land-use Change for Rubber Plantation on Properties of Surface Soil
in Central Vietnam**

Department of Environmental Ecology
48426211 林 有生

I Campus practice

For domestic and international practice we collected soil samples for analysis. For campus practice, experiment method of the following is learned.

Soil physical properties

Bulk Density:

Actual volumetric method

Particle size distribution:

Pipette and Sieve analysis

Soil chemical properties

Total-C and Total-N:

Dry combustion method (CN-Corder)

Total-P:

Dry ashing procedures and Molybdenum blue method

Available-P:

Truog and Molybdenum blue method

Mineral concentration (Total-K, Total-Mg, and Total-Ca) in soil:

Dry ashing procedures and Atomic absorption method

II Domestic practice

1. Introduction

After World War II, re-generation of Japanese forests is achieved mainly by artificial re-forestation. But most of Japanese artificial forests become "Mono-culture forests" of cedar and cypress. Nearly 60% of total artificial forests are still needed thinning. However, it has been delayed, because forest owners, especially small-scale

ones, have lost their interest towards forestry. The planting density of artificial forest was very high which aimed for short rotation reflecting the "WOOD BOOM" in those days. So, it has become a serious problem that understory declined and the surface soil was easily removed by rain.

The purpose of this practice is to study the effects of forest thinning on surface soil movement in Mono-culture cypress forest.

2. Study area and Methods

We studied the effects of forest thinning on surface soil movement in the Japanese cypress plantation at Tsuyama, Okayama prefecture from May 27, 2013 to November 21, 2014.

We collected soil of leaching and measured dry weight of runoff soil.

3. Results and Conclusion

Fig. 1 shows that the amounts of soil particles were moved and washed out with rain. The thinning and undisturbed areas were not significantly different. It is likely that the other factors, like slope degree or soil texture, play the important role for movement of surface soil.

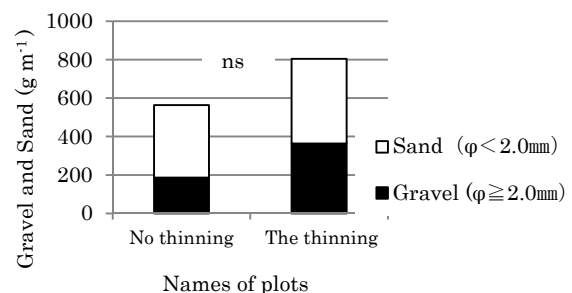


Figure 1 The amounts of gravel and sand moved with surface runoff.

Note: ns indicates not significant different. From May 27 to December 13, 2013

III International practices

1. Introduction

In the humid tropics, accumulation of organic matter is poor on the forest floor and concentration of nutrient elements in soil are lower than the temperate and semi-arid regions. Because of low planting diversity and the understory removal, soil degradation has been a concern in Mono-culture plantation.

The purpose of this practice is to study the effects of land-use change for Mono-culture rubber plantation on properties of surface soil in central Vietnam.

2. Study area and Methods

The study area is located in Huong Binh commune, Thua Thien Hue province, Central Vietnam. The seven rubber plantations were chosen in this area for study which was established from 2001 to 2003.

We got the information about land use history, management and latex yields of them by interview to the farmers from June 23 to 27, 2014. The topography and size of rubber trees were measured. Then soil samples were collected for analysis of mineral contents and properties of soil.

3. Result and Conclusion

3.1 The topography

Topographies are different between areas (Table 1). For example the slope is flat in Plot No.3 but degree of slope 23.5° in Plot No.5.

Table 1 Slope degree of each plot

No. of plot	Slope degree (°)
1	8.6
2	9.0
3	<3.0
4	14.3
5	23.5
6	6.3
7	4.9

3.2 Land-use history

Land-use history can be divided into two types as follows:

- i) Directly changed for rubber plantation from natural forest or shrub (Plot No.1, 2, 4, and 6).
- ii) Acacia were planted or rice, soybean, and sugarcane were cultivated before rubber plantation (Plot No. 3, 5, and 7).

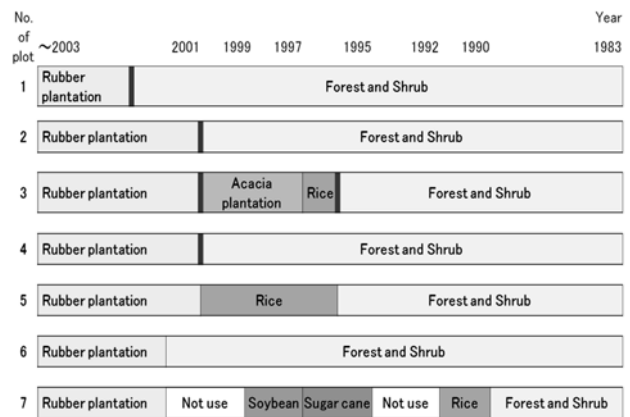


Figure 2 Change of land use for last 30 years in each plot.

The red line indicates the time of intentional burning.

3.3 Land management

Farmer applied chemical fertilizer to their rubber plantation with different amount from 300 - 500 kg ha⁻¹ year⁻¹ (Table 2). In additions, some farmer also applied organic fertilizer, with the exception of Plot No.1 using additional KCl.

Understory vegetation was poor in all plots because the owners of rubber plantation applied chemical herbicide before starting the harvesting season. But only owner on plot No.1 removes understory by hand.

The relationship between amount of chemical fertilizer and latex yield and diameter of rubber tree were shown in Fig. 3 and Fig. 4, respectively. There is a weak correlation of them ($r = 0.5004$ and $r = 0.5140$, respectively). The results show that the yield and size of rubber tree do not depend on amount of chemical fertilizer because nutrients elements could be leached out from the soil easily.

Table 2 Manages of rubber plantation

No. of plot	Amounts of fertilizer(kg ha ⁻¹ year ⁻¹)	
	Chem.fertilizer NPK(16:16:8)	Others
1	150kg x2times	KCl 50kg x2times
2	250kg x2times	Org.(manure) 1000kg x2times
3	200kg x2times	Org.(manure) 1330kg x2times
4	200kg x2times	-
5	250kg x2times	Org.(pig dung + straw) nd
6	150kg x2times	-
7	167kg x2times	Org.(manure) 3330kg

Note: nd indicates no data.

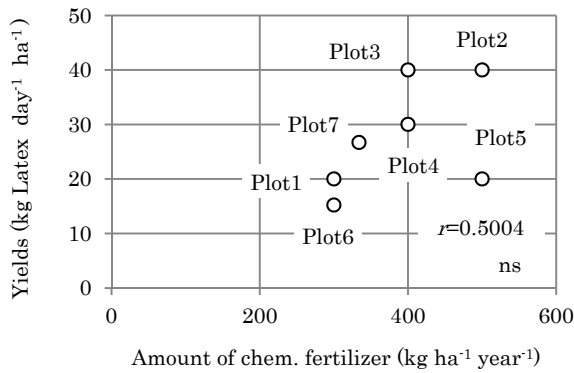


Figure 3 The relationship between the amounts of chemical fertilizer (NPK) and latex yields.
Note: ns indicates not significant.

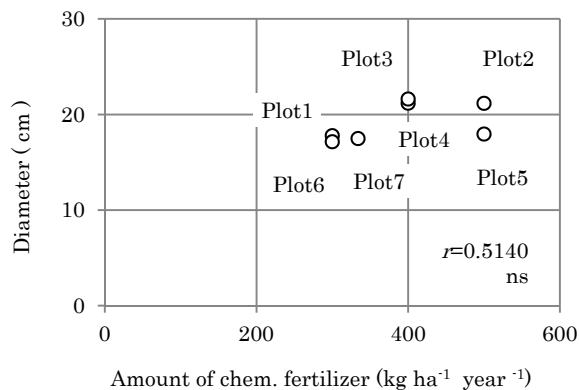


Figure 4 The relationship between the amounts of chemical fertilizer (NPK) and diameter of rubber trees.
Note: ns indicates not significant.

3.4 Soil chemical properties

The results show that soil nitrogen, phosphorus, and potassium supplied from chemical fertilizer were not clearly different between plots at each soil layer (Fig.5). However, concentrations of calcium and magnesium at Plot No.1, 2, and 3 were significantly lower than Plot No.4, 5, 6, and 7, where more magnesium was remained in soil at deeper layers. Although, those elements were not supplied with fertilizer, these results may give good information of nutrient loss by leaching.

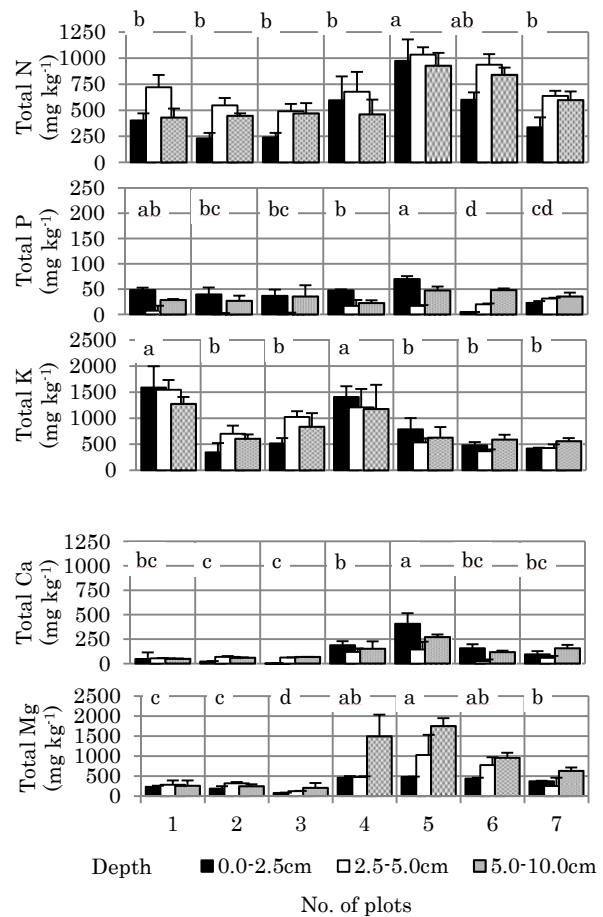


Figure 5 The concentration of the nutrient elements on each soil layer.
Note: Bars indicate standard deviation (n=3). Different letters in the same chart represent significant differences of the surface soil layer (0.0-2.5cm) at $p < 0.05$ [Tukey's test].

3.5 Soil physical properties

Soil nutrient holding capacity could be affected because of changed in soil textures by leaching and erosion of surface soil.

Fig. 6 shows the proportion of sand, silt and clay in each layer. The proportion of sand was much higher than clay and silt (classified as “Sandy loam” and “Sandy clay loam”). There is no significant difference in soil proportions between plots at the surface layer (0.0-2.5cm). The proportion of silt of deeper layers, however, was higher at Plot No.5 than Plot No.3. Many calcium and magnesium were also remained in lower layers in Plot No.5.

These results suggest that topography and land use history are also important factors affected on soil texture. In Plot No.5, before establishing rubber plantation, rice was cultivated for 5 years. In Plot No.3, acacia trees were planted for 4 years and put fire caused to serious disturbance of soil. This is could be the reason why Mg and Ca were not remained at the soil surface for Plot No.3.

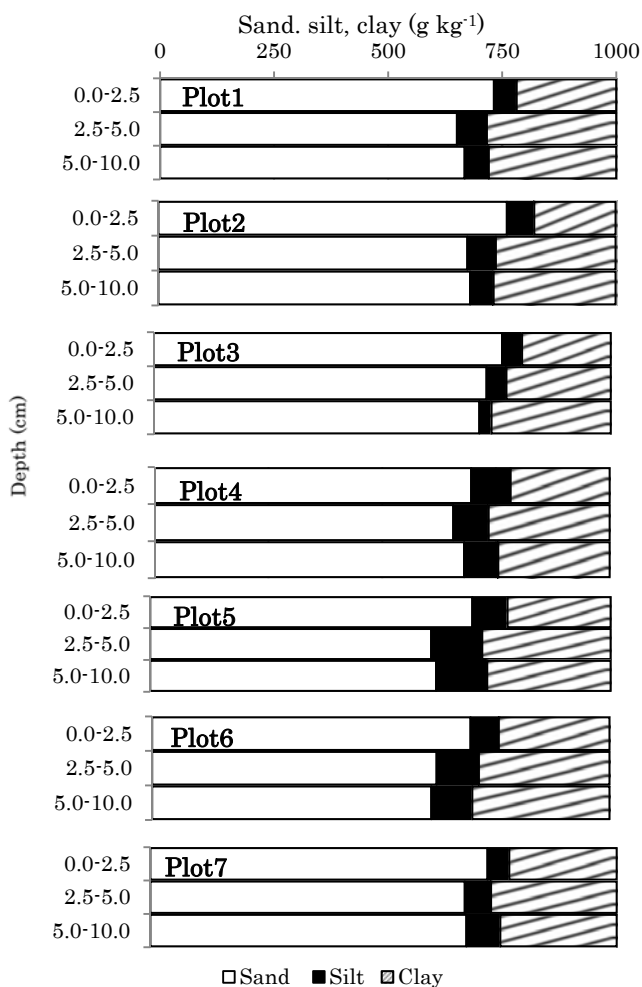


Figure 6 Proportion of Sand, silt and clay of surface soil.

3.6 Total-C and Total-N

The relationship between concentration of carbon and nitrogen in each soil layer is presented in Fig. 7.

For almost plots, accumulation of carbon and nitrogen was relatively lower, which was consistent with other area in Vietnam country.

The concentration of total nitrogen was positively increased with that of total carbon in each layer. This result suggests that the remaining of organic matters in soil reflects the lower leaching.

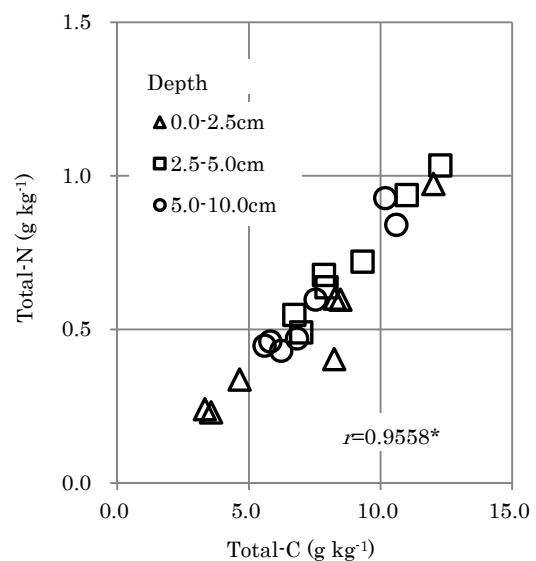


Figure 7 The relationship between total-C and total-N.

* represent significant differences at $p<0.05$.

IV Conclusion

The results of this experiment are as follows:

Land use history and topographies may be important factor affected on soil degradation of rubber plantation. But the other management factors such as manure application or frequency and season of weeding remains as a matter for further investigation.

In artificial monoculture forests, land-use and management are very important. To ensure production activity and utilize forest continuously, we need consider forest management.

Study of technologies for conversion and utilization of palm derived biomass

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

This project 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 a research topic in two stages: In-campus Course and Domestic Course, and International Course.

The main theme of this study is "Study of technologies for conversion and utilization of palm derived biomass" and the particular study subject is conversion of biomass waste derived from oil palm to bio-oil fuel gases and activated carbon. Two master course students have participated in this study. Details of the students' activities in this course are described in this report.

• International Course

Palm oil is one of the major agricultural industries in Malaysia and oil palm is cultivated in 14% of the land area of Malaysia. In the course of palm oil production, huge quantity of lignocellulosic biomass waste is generated and these wastes require proper management and utilization. Combustion of biomass to extract thermal energy, pyrolysis and gasification to produce fuel oil and carbonization to produce functional materials such as activated carbon are suggested as potential technologies to utilize these waste. Palm kernel shell (PKS) is one of the wastes generated from palm oil production. In this project, main focus of the study was utilization of PKS.

In the 'International Course', an excursion to a palm oil mill in Ipoh, Malaysia and pyrolysis of PKS to bio-oil was carried out at University Technology PETRONAS, Malaysia. At first the students visited a palm oil mill called FELCRA Company in Ipoh, Malaysia with the students of University Technology Petronas. In this excursion, the participating students have learned about how to make palm oil and what kind of biomass wastes are produced from this process and what are uses of these wastes in the oil mill. Pyrolysis of PKS collected from the FELCRA Company was carried out at the Center for Biofuel Biochemical Research, University Technology PETRONAS (UTP) with the collaboration of the students of Professor Yoshimitsu Uemura's laboratory. In this practice, the students learned about the experimental techniques to produce bio oil

from PKS.

- **In-campus and Domestic Course**

In the 'In-campus and Domestic Course', the students conducted the following experiments at the laboratory of Environmental Reaction Engineering Laboratory at Okayama University with PKS collected from Malaysia. In these experiments the students learned about the method of conversion PKS biomass into fuel gases and activated carbon. Here, the students gained experiences in wide range of experimental techniques and analytical procedures for biomass conversion technologies.

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 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.



Center for biofuel biochemical research
University Technology PETRONAS (UTP)
professor Yoshimitsu Uemura and
group members.



FELCRA BERHAD NASARUDDIN
OIL PALM MILL



プロジェクト実習成果報告書

-パーム由来バイオマスの変換・利用技術に関する調査-

環境生命科学研究科 資源循環学専攻 物質エネルギー学講座

48426366 出宮充崇

1. 背景

現在マレーシアでは国土の 14%でアブラヤシのプランテーションが行われ、年間 9300 万トンのアブラヤシが栽培される。アブラヤシからのパームオイル製造に伴い年間 3400 万トンの廃棄物が発生する。この廃棄物はバイオマスとして利用可能である。そこで本プロジェクトの目的は、バイオマスの変換・利用技術に関する研究を行うことを目的とした。研究ではパームオイル製造時の廃棄物である Palm Kernel Shell (PKS)に着目した。PKS を用いて行った実験はバイオオイルへの変換、燃料ガスへの変換、活性炭の作成の 3 つである。

2. 国際実習

2.1 Palm Oil Mill

国際実習としてまずマレーシアの FELCRA 社の Palm Oil Mill へ訪問・見学を行った。こちらの工場はアブラヤシプランテーションに隣接した位置に建設され、アブラヤシの栽培、収穫、輸送、そしてパームオイル製造までを効率的に管理する体制をつくっていた。パームオイル製造にともない発生する廃棄物の一部は工場内のボイラー等の燃料として、再利用されるものがあったが、今回取り上げた PKS や排水というものは廃棄、自然浄化されているのみであった。また訪問した工場ではパームオイルを絞り取るだけで、FELCRA がマレーシアに 8 つ持つ工場で搾り取られたパームオイルを集め他の工場で生成は行われている。

2.2 PKS の熱分解

マレーシアのペトロナス工科大学 (UTP) において PKS の熱分解実験を行った。熱分解は図 1 の装置を用いて行った。熱分解は窒素雰囲気下で、温度 500 °Cで行った。PKS は粒形が 0.5 - 1.0 mm のものを使用した。

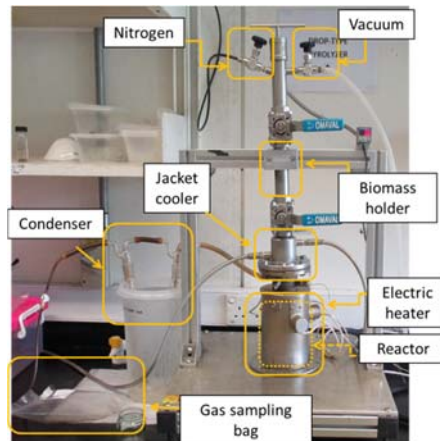


図 1 Bio-oil / Drop-tube fixed-bed type pyrolyzer

2.2.1 PKS の熱分解の実験結果

熱分解実験は 3 回行った。実験結果を図 2 に示す。PKS の熱分解によりチャー、オイル、ガスが生成する。それぞれの平均収率はチャー: 41.2 wt%、オイル: 47.7 wt%、ガス: 11.1 wt%であった。熱分解実験で得られたチャーから岡山大学で活性炭を作成し性能評価を行った。

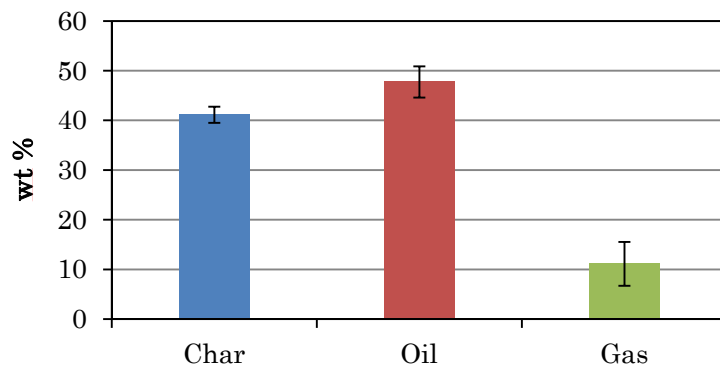


図 2 PKS の熱分解による生成物の収率

3. 学内実習

3.1 PKS チャーからの活性炭製造

ペトロナス工科大学から持ち帰ったチャーを、水質浄化や脱臭に用いることの出来る活性炭として利用するため、調製条件等の検討を行った。

3.1.1 ガス賦活による活性炭製造方法

実験方法

活性炭を製造するためには、細孔を発達させる賦活工程を行うが、本研究では二酸化炭素を用いたガス賦活を行った。ポートに PKS チャーを約 1 g 充填し、反応管の中心に設置した。窒素雰囲気中で反応管中の脱気を行った後に、二酸化炭素を用いて賦活を反応温度は

700~750 °C、反応時間は1~3時間として行った。特性評価として比表面積、細孔径分布測定は BET 窒素吸着法を用いた。

実験結果

賦活時間を1~3時間で変化させた場合、賦活時間を延ばすほど比表面積の減少が確認された。賦活温度を700~750 °Cまで変化させた場合の実験結果を表1に示す。720 °Cまでは賦活温度を高くするほど比表面積は増加したが、750 °Cで比表面積の減少が見られた。賦活温度を変化した場合の細孔径分布を図3に示したが、750 °Cでは微細孔の減少が見られており、比表面積の減少に関係していることを示唆した。

表 1. 賦活温度変化させた場合の特性

Temperature of activation (°C)	700	700
Time of activation (min)	60	180
Yield (%)	40.2	37.3
Surface are (m ² /g)	314	271

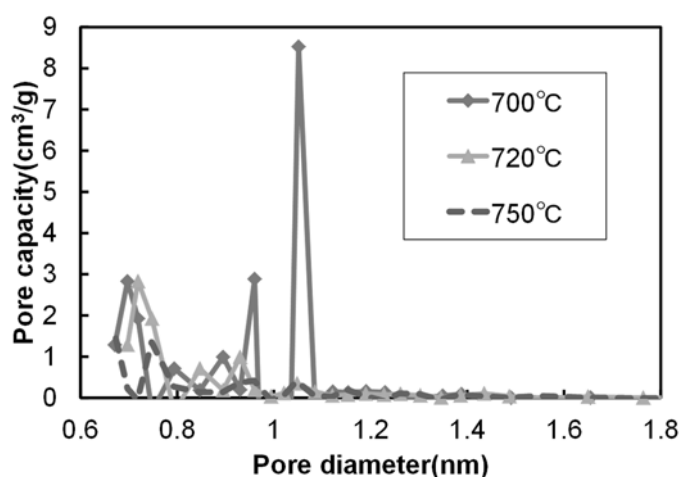


図 3. 賦活温度変化させた場合の細孔径分布への影響

3.1.2 気相中からのベンゼン吸着

ベンゼンは発癌性が問題視されており、日本では濃度規制が行われている。回収除去方法のひとつとして活性炭の吸着除去があげられる。

実験方法

実験装置を図4に示す。反応管にサンプルを充填し空気とベンゼンの混合ガスを全流量: 250 cc/min, ベンゼン濃度: 5 ppm で流し、出口ガスのベンゼン濃度をガスクロマトグラフの FID 検出器を用いて測定した。

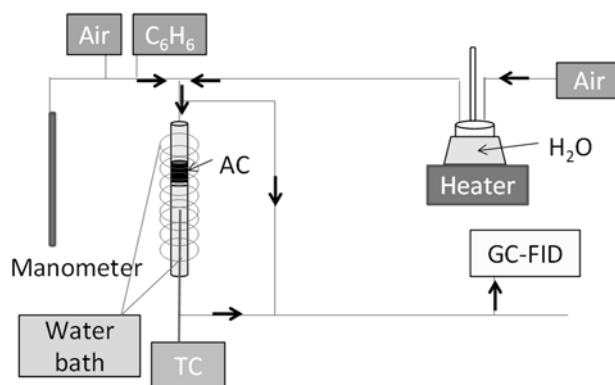


図 4. ベンゼン吸着実験装置図

実験結果

ベンゼン吸着実験には、今回作成した中で最も比表面積の大きかった 720 °C、1 時間賦活で作成した PKS チャー原料活性炭と、比較対象として最も一般的に用いられている市販のヤシ殻の活性炭の 2 種類を使用した。実験結果を図 5 に示した。市販のヤシ殻活性炭と比較して PKS チャー原料活性炭は非常に低いベンゼン吸着量を示した。これは、ヤシ殻活性炭の比表面積が約 1200 m²/g であるのに対し、PKS チャー原料活性炭は 400 m²/g と小さいため、この比表面積の差がベンゼン吸着量に影響していると考えた。

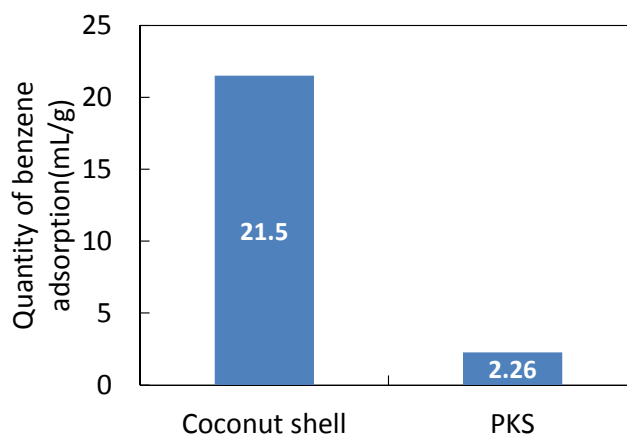


図 5. ベンゼン吸着量

3.1.3 液相中からの VOC 除去

液相中の VOC としてトリクロロエチレン (TCE) を取り上げた。TCE は日本において 1950 年台に脱脂剤やドライクリーニング用の溶媒として用いられており、それらの廃棄過程等により自然界へ流出し現在も地下水を汚染している。

実験方法

30ml バイアル瓶にイオン交換水 10 ml を加え、その TCE を濃度が 30ppm になるように加える。この溶液に活性炭を 10 mg 投入し、サーモスタットシェイカーで攪拌した。攪拌後のサンプルをバイアル瓶から採取し、GC-FID で TCE 濃度を測定した。

実験結果

TCE 濃度は攪拌時間が、6、12、18、24 時間のものを測定した。実験結果を図 6、7 に示す。

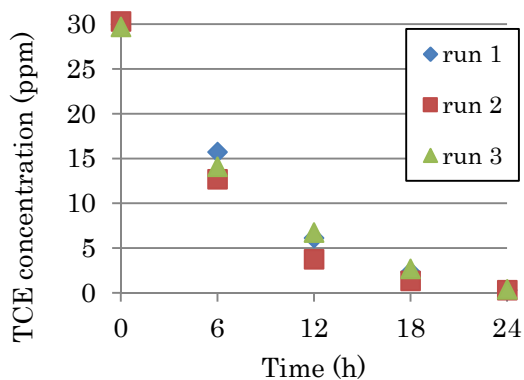


図 6. PKS 由来の活性炭による TCE 吸着実験結果

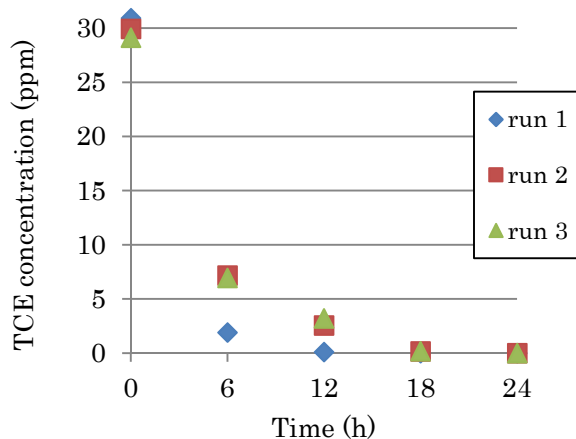


図 7. ヤシ柄活性炭による TCE 吸着実験結果

ベンゼン吸着実験と同様に PKS とヤシ柄由来の活性炭を用いて比較した。ヤシ殻活性炭では最初の 6 時において PKS と比較して速い吸着速度を示した。しかし、その後速度は低下し、24 時間経過後は PKS とヤシ殻活性炭いずれの場合でも、液相中のほぼすべての TCE を吸着できた

3.2. PKS のガス化

窒素雰囲気下でバイオマスを高温で保持することで、CO₂ や CH₄ などのクリーン燃焼ガスとして回収出来るため、ガス化はバイオマスの変換技術の 1 つとして注目されている。

実験方法

試料を反応管に充填し、水蒸気を含んだ窒素ガスを流しながら 200～850℃まで昇温した。出口ガスはガスクロマトグラフを用いて、分析、生成量の算出を行った。

実験結果

得られたガスの種類ごとの生成量を図 8 に示した。CO₂や CH₄などのガスが得られ、これらガスは燃料や、化学製品の原料として利用が可能である。

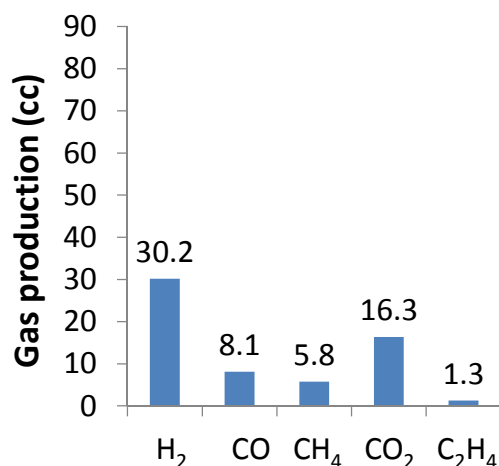


図 8. ガス化によるガス生成量

4. 結論

- 熱分解では、原料である PKS の約 48%をバイオオイルとして回収することが出来た。
- PKS チャーを原料とした活性炭は気相中ではとても低いベンゼン吸着性能を示したが、液相中では市販のヤシ殻活性炭と同程度の高い吸着性能を示した。
- ガス化では、PKS を CO₂や CH₄などのクリーン燃焼ガスとして回収出来、これらガスは燃料や、化学製品の原料として利用が可能である。

以上の結果から、パームオイル製造で発生する廃棄物である PKS は、様々な変換技術を用いて、バイオオイルや吸着材(活性炭)、燃料ガスに変換することが出来る。

プロジェクト実習 成果・感想

環境生命科学研究科 資源循環学専攻

48426363 出宮充崇

今回のプロジェクト実習では、パーム由来バイオマスの変換・利用技術に関する調査というテーマに基づき、マレーシアにおける国際実習と、マレーシアから持ち帰ったバイオマスを利用した研究を大学で行った。

国際実習ではペトロナス工科大学(UTP)においてバイオマスであるパームカーネルシェル(PKS)の熱分解実験を中心に行った。また、実験を始めるにあたりパームオイルの製造工場へ行き、実際にパームオイルを製造する過程および、工場では廃棄物として扱われるバイオマスとして利用可能なものが発生する過程を見ることができた。UTPにおける熱分解実験により PKS からチャー、バイオオイル、バイオガスが得られることが確認できた。UTPは規模が大きく研究設備も充実しており、そこでの研究は非常に貴重なものであった。また、そこで行われている多くのバイオマスに関する研究も紹介していただいた。研究に関すること以外でも、現地の学生や先生方と交流を持つことができ、普通では経験できないような経験を多く得ることができた。

岡山大学においては、熱分解によって得られたチャーから活性炭を作成しその性能について調べる実験および、PKSをガス化する実験を行った。自分は活性炭を用いて液相からトリクロロエチレン(TCE)を除去する実験を実際に行った。実験のより PKS由来の活性炭は液相からの TCE 除去において十分な性能を有していることがわかった。しかし、使用済み活性炭の処理方法など検討すべき点が残っている。自分はバイオマスを扱う研究をメインに行っておらず、鉄粉を用いて TCE を分解除去する研究を行っていたが、今回の実験で活性炭にとる吸着除去実験を行い、メインの研究テーマについての見聞も広げることができた。

プロジェクト全体を通してバイオマスに関する知識を多く得ることができた。特に実際に現地に赴きその製造過程を見ることができたのは貴重であった。そして文化や価値観の異なる環境での実習もいい経験となった。また自分は初めての海外だったので不安なことも少しあったが、特に問題もなく食事や観光も楽しむことができた。バイオマスはクリーンエネルギーとして注目されているものであり、研究も多くされているが経済的な採算がとれる保証がなければ、普及は難しいと感じた。また、UTPが石油企業の私立大学であったことから感じたことではあるが、バイオマスの多いマレーシアにおいても石油をはじめとする化石燃料の使用量は多く、経済面とともに人々の意識改革も重要になると感じた。

最後に本プロジェクトを進めるにあたって、多大な協力をして頂いたアズハ先生ならびに、上村先生をはじめとするペトロナス工科大学の方々に深く感謝いたします。

プロジェクト実習成果報告書

-パーム由来バイオマスの変換・利用技術に関する調査-

環境生命科学研究科 資源循環学専攻 物質エネルギー学講座

48426367 檜和田藍

1. 背景

現在マレーシアでは国土の 14%でアブラヤシのプランテーションが行われ、年間 9300 万トンのアブラヤシが栽培される。アブラヤシからのパームオイル製造に伴い年間 3400 万トンの廃棄物が発生する。この廃棄物はバイオマスとして利用可能である。そこで本プロジェクトの目的は、バイオマスの変換・利用技術に関する研究を行うことを目的とした。研究ではパームオイル製造時の廃棄物である Palm Kernel Shell (PKS)に着目した。PKS を用いて行った実験はバイオオイルへの変換、燃料ガスへの変換、活性炭の作成の 3 つである。

2. 国際実習

2.1 Palm Oil Mill

国際実習としてまずマレーシアの FELCRA 社の Palm Oil Mill へ訪問・見学を行った。こちらの工場はアブラヤシプランテーションに隣接した位置に建設され、アブラヤシの栽培、収穫、輸送、そしてパームオイル製造までを効率的に管理する体制をつくっていた。パームオイル製造にともない発生する廃棄物の一部は工場内のボイラー等の燃料として、再利用されるものがあったが、今回取り上げた PKS や排水というものは廃棄、自然浄化されているのみであった。また訪問した工場ではパームオイルを絞りとるだけで、FELCRA がマレーシアに 8 つ持つ工場で搾り取られたパームオイルを集め生成は行うという体制であった。

2.2 PKS の熱分解

マレーシアのペトロナス工科大学 (UTP) において PKS の熱分解実験を行った。熱分解は図 1 の装置を用いて行った。熱分解は窒素雰囲気下で、温度 500 °Cで行った。PKS は粒形が 0.5 - 1.0 mm のものを使用した。

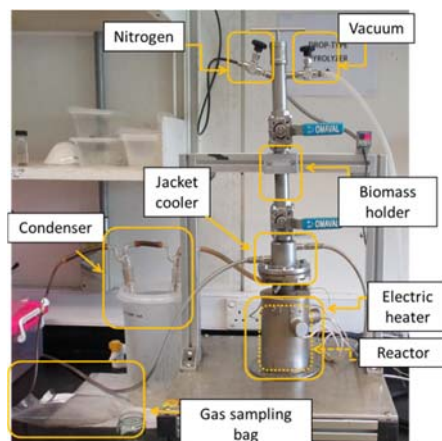


図 1 Bio-oil / Drop-tube fixed-bed type pyrolyzer

2.2.1 PKS の熱分解の実験結果

熱分解実験は 3 回行った。実験結果を図 2 に示す。PKS の熱分解によりチャー、オイル、ガスが生成する。それぞれの平均収率はチャー: 41.2 wt%、オイル: 47.7 wt%、ガス: 11.1 wt%であった。熱分解実験で得られたチャーから岡山大学で活性炭を作成し性能評価を行った。

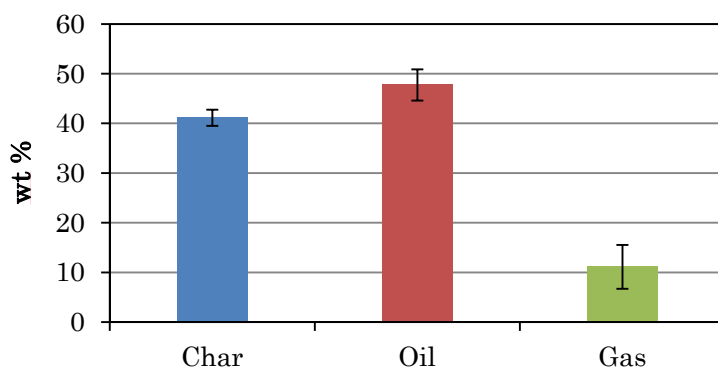


図 2 PKS の熱分解による生成物の収率

3. 学内実習

3.1 PKS チャーからの活性炭製造

ペトロナス工科大学から持ち帰ったチャーを、水質浄化や脱臭に用いることの出来る活性炭として利用するため、調製条件等の検討を行った。

3.1.1 ガス賦活による活性炭製造方法

実験方法

活性炭を製造するためには、細孔を発達させる賦活工程を行うが、本研究では二酸化炭素を用いたガス賦活を行った。ポートに PKS チャーを約 1 g 充填し、反応管の中心に設置した。窒素雰囲気中で反応管中の脱気を行った後に、二酸化炭素を用いて賦活を反応温度は

700~750 °C、反応時間は1~3時間として行った。特性評価として比表面積、細孔径分布測定は BET 窒素吸着法を用いた。

実験結果

賦活時間を1~3時間で変化させた場合、賦活時間を延ばすほど比表面積の減少が確認された。賦活温度を700~750 °Cまで変化させた場合の実験結果を表1に示す。720 °Cまでは賦活温度を高くするほど比表面積は増加したが、750 °Cで比表面積の減少が見られた。賦活温度を変化した場合の細孔径分布を図3に示したが、750 °Cでは微細孔の減少が見られており、比表面積の減少に関係していることを示唆した。

表 1. 賦活温度変化させた場合の特性

Temperature of activation (°C)	700	700
Time of activation (min)	60	180
Yield (%)	40.2	37.3
Surface are (m ² /g)	314	271

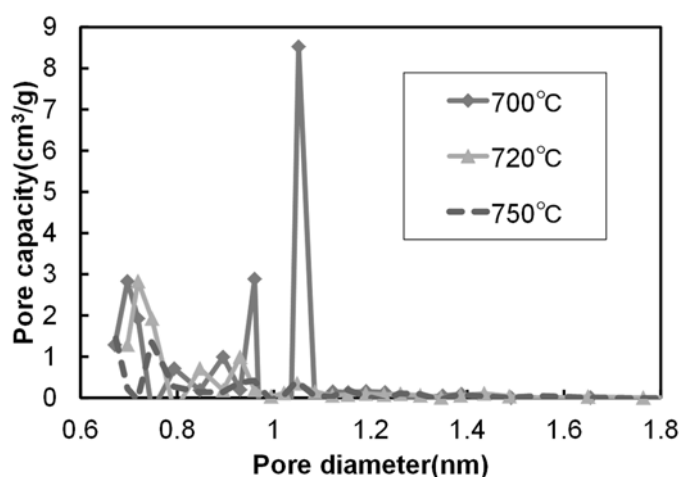


図 3. 賦活温度変化させた場合の細孔径分布への影響

3.1.2 気相中からのベンゼン吸着

ベンゼンは発癌性が問題視されており、日本では濃度規制が行われている。回収除去方法のひとつとして活性炭の吸着除去があげられる。

実験方法

実験装置を図4に示す。反応管にサンプルを充填し空気とベンゼンの混合ガスを全流量: 250 cc/min, ベンゼン濃度: 5 ppm で流し、出口ガスのベンゼン濃度をガスクロマトグラフの FID 検出器を用いて測定した。

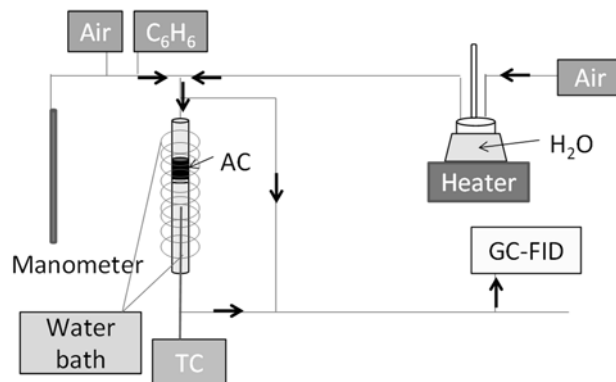


図 4. ベンゼン吸着実験装置図

実験結果

ベンゼン吸着実験には、今回作成した中で最も比表面積の大きかった 720 °C、1 時間賦活で作成した PKS チャー原料活性炭と、比較対象として最も一般的に用いられている市販のヤシ殻の活性炭の 2 種類を使用した。実験結果を図 5 に示した。市販のヤシ殻活性炭と比較して PKS チャー原料活性炭は非常に低いベンゼン吸着量を示した。これは、ヤシ殻活性炭の比表面積が約 1200 m²/g であるのに対し、PKS チャー原料活性炭は 400 m²/g と小さいため、この比表面積の差がベンゼン吸着量に影響していると考えた。

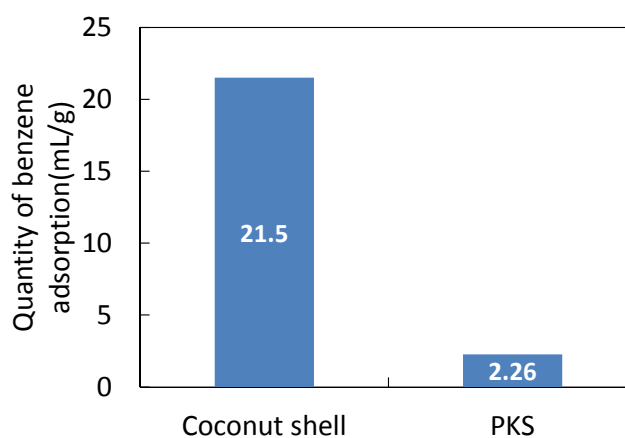


図 5. ベンゼン吸着量

3.1.3 液相中からの VOC 除去

液相中の VOC としてトリクロロエチレン (TCE) を取り上げた。TCE は日本において 1950 年台に脱脂剤やドライクリーニング用の溶媒として用いられており、それらの廃棄過程等により自然界へ流出し現在も地下水を汚染している。

実験方法

30ml バイアル瓶にイオン交換水 10 ml を加え、その TCE を濃度が 30ppm になるように加える。この溶液に活性炭を 10 mg 投入し、サーモスタットシェイカーで攪拌した。攪拌後のサンプルをバイアル瓶から採取し、GC-FID で TCE 濃度を測定した。

実験結果

TCE 濃度は攪拌時間が、6、12、18、24 時間のものを測定した。実験結果を図 6、7 に示す。

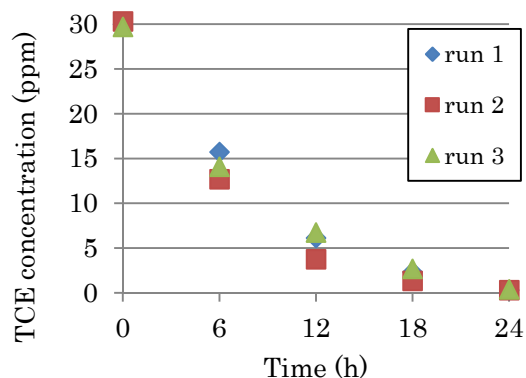


図 6. PKS 由来の活性炭による TCE 吸着実験結果

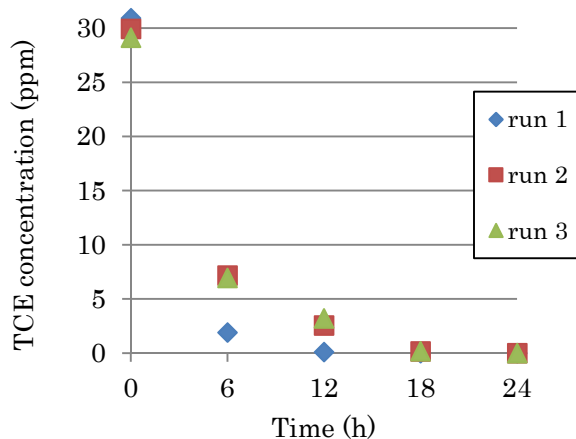


図 7. ヤシ柄活性炭による TCE 吸着実験結果

ベンゼン吸着実験と同様に PKS とヤシ柄由来の活性炭を用いて比較した。ヤシ殻活性炭では最初の 6 時において PKS と比較して速い吸着速度を示した。しかし、その後速度は低下し、24 時間経過後は PKS とヤシ殻活性炭いずれの場合でも、液相中のほぼすべての TCE を吸着できた

3.2. PKS のガス化

窒素雰囲気下でバイオマスを高温で保持することで、 CO_2 や CH_4 などのクリーン燃焼ガスとして回収出来るため、ガス化はバイオマスの変換技術の 1 つとして注目されている。

実験方法

試料を反応管に充填し、水蒸気を含んだ窒素ガスを流しながら 200~850℃まで昇温した。

出口ガスはガスクロマトグラフを用いて、分析、生成量の算出を行った。

実験結果

得られたガスの種類ごとの生成量を図 8 に示した。CO₂や CH₄などのガスが得られ、これらガスは燃料や、化学製品の原料として利用が可能である。

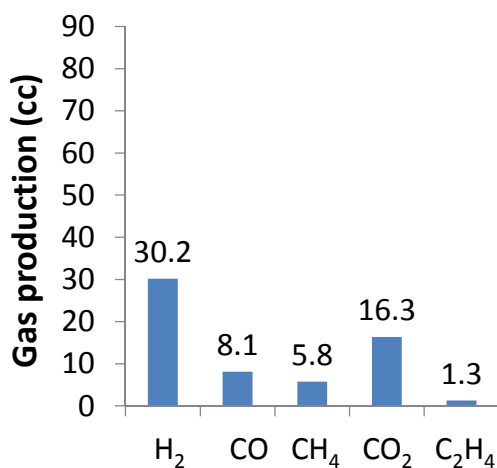


図 8. ガス化によるガス生成量

4. 結論

- 熱分解では、原料である PKS の約 48%をバイオオイルとして回収することが出来た。
- PKS チャーを原料とした活性炭は気相中ではとても低いベンゼン吸着性能を示したが、液相中では市販のヤシ殻活性炭と同程度の高い吸着性能を示した。
- ガス化では、PKS を CO₂や CH₄などのクリーン燃焼ガスとして回収出来、これらガスは燃料や、化学製品の原料として利用が可能である。

以上の結果から、パームオイル製造で発生する廃棄物である PKS は、様々な変換技術を用いて、バイオオイルや吸着材(活性炭)、燃料ガスに変換することが出来る。

プロジェクト実習 -感想-

環境生命科学研究科 資源循環学専攻 48426367 檜和田 藍

今回のプロジェクト実習で、油ヤシ殻(PKS)の変換技術の検討を行いました。

マレーシアを訪れた際、パームオイル工場を見学させていただきました。そこで廃棄物として排出された PKS は、その他の廃棄される部分と共に水蒸気生成の燃料として用いられていました。燃焼することでエネルギーを得る最も簡易的な変換技術を利用していたというのは印象に残り、廃棄物利用の研究がなされても、実際の現場で積極的に導入するまでに至るのは、金銭面等を考慮すると難しいのだと感じました。

国外実習ではペトロナス工科大学の学生の指導の元で PKS の熱分解を行いました。PKS からバイオオイルを生成することが出来ました。また国内実習ではこのチャーを用いて活性炭の製造を行い、PKS をガス化することでクリーン燃料ガスを得ることが出来ました。

しかし、これら変換技術を利用することが可能であることは示唆されましたが、どれも変換割合としてはそれほど高くなく、活性炭も気相中においては吸着性能が低いため、実用化するには更なる実験条件の検討等が必要であると思います。

今回訪問させていただいたペトロナス工科大学では、積極的に油ヤシ製造において発生する廃棄物の利用方法を検討していましたが、工場の社員が積極的に導入しようとしているようには見られませんでした。バイオマスをただ燃やして燃料として利用するよりも、今回私たちが検討したような変換技術を用いる方が、変換後の形で保存することができますし、変換して得られたものをすべて別の用途で利用できること、燃焼は二酸化炭素等が排気されることを考えると環境面には優しい可能性があることなど、確かにメリットはあると思います。しかし、変換のためにエネルギーを必要とし、新たな設備を必要とするというデメリットもあるということも今回の実習を通じて感じました。これらメリットが、デメリットを追い抜けていないというのが現状で、そのため積極的に実用化する動きは見られなかったのだと思います。今回の実習で、技術は確立されていても実際導入するのは社会的に難しいこともあるということを改めて実感しました。

今回の実習に参加して、私個人としてははじめて海外に行き、日本からインターネット等を通じて調べるのではなく、実際に自分の目で廃棄物が発生する現場を見ることができ、現地の方々からお話を聞き、少しでも自分の視野を広げることが出来たような気がします。同時に、現地の方々とは英語でコミュニケーションをとらなければなりませんでした。自分の伝えたいことを充分伝えきれないことを、とてももどかしく感じました。

今回検討した内容はまだまだ検討不足で改善の余地もありますが、今後マレーシアが益々発展し、バイオマスの変換技術の利用に企業が積極的になった時に検討したような技術がどこかで実用化されれば面白いと思います。

Study of technologies for conversion and utilization of palm derived biomass

Graduate School of Environmental and Life Science Okayama University

48426366 Mitsutaka Demiya

1. Introduction

The plantation of oil palm is carried out in 14% of the land area of Malaysia. 93 million tons of oil palm is produced annually. Palm oil is produced from oil palm, and mainly used as cooking oil. 34 million tons of waste is generated from the production of palm oil. This waste can be used as biomass. In this project, the aim of this project is to “Study of conversion and utilization technology of biomass from oil palm waste”

In this study, we focused on palm kernel shell(PKS) which is a waste product of palm oil production. PKS is the shell on the seed of the oil palm. 3 different experiments were carried out using PKS such as i) pyrolysis of PKS to obtain bio-oil, gasification fuel gas of PKS to obtain and preparation of activated carbon.

2. International Level

2.1 Palm Oil Mill Visit

First we visited a palm oil mill of FELCRA Company in Ipoh, Malaysia. FELCRA Company has eight factories in Malaysia, accounting for 40% at the market share in palm oil production. This mill produces palm oil from oil palm procuring from nearby fresh palm oil stem plantations and it also manages the way of transportation.

2.1.2 Process of the production of palm oil

First is weighing of harvested oil palm. Next is heating oil palm with Steam Heat and soften it. Then oil palm is separated into fruit and bunch. Empty fruit bunch is made into fiber and used as fuel of the Steam Heat boiler. Palm oil is obtained from the fruit. Further inside the fruit there is a Palm Kernel. Palm Kernel is separated into fruit and shell. Further oil can be obtained from Palm Kernel fruit. PKS is a waste product and this PKS was used as biomass in our study.



Fig.1 Palm Oil production process

2.2 Pyrolysis of PKS

Pyrolysis experiments of PKS carried out at University Technology PETRONAS in Malaysia. The UTP has a center for bio-fuel and bio-chemical research. The center carried out some biomass investigation with the vision to be leading a center for biomass research in Asia.

PKS pyrolysis was carried out with Drop-tube fixed-bed type pyrolyzer (Fig.1) at 500°C under nitrogen atmosphere. PKS particle size was 0.5-1.0 mm.

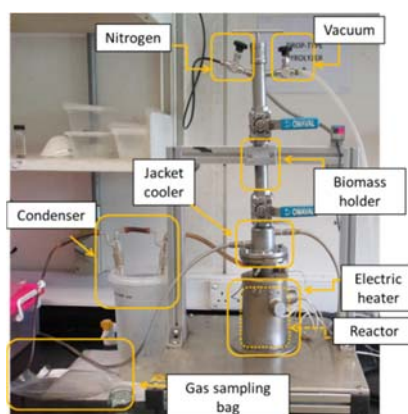


Fig.2 Drop-tube fixed-bed type pyrolyzer

2.2.1 Results of Pyrolysis of PKS

Fig.2 shows the results. Pyrolysis experiments were performed 3 times. PKS was converted to char, Bio-oil and gas by pyrolysis with average yield of 41.2%, 47.7% and 11.1%. The oil is consisted of hydrocarbons and oxygenated hydrocarbons and both oil and gases can be used as fuel. And Char from PKS was used as raw materials of the Activated carbon at Okayama University.

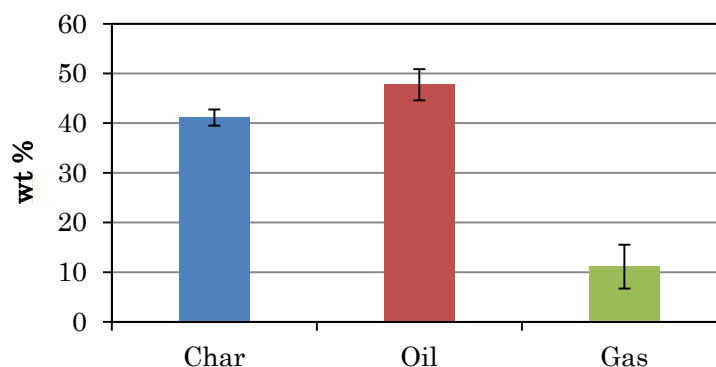


Fig.3 The yield of products by pyrolysis of PKS

3. Campus level

3.1 Production of activated carbon from PKS char

The activated carbon is used for quality of the water purification and deodorization. The production conditions of activated carbon from a char made at UTP was examined.

3.1.1 Production of activated carbon by the gas activation

3.1.1.1 Experimental method

Activated carbons were produced by gas activation using carbon dioxide in this study. The activation of char is carried out to develop pores and increase the specific surface area. A ceramic boat was filled with PKS char and putted in the center of the reactor tube.

At first, the furnace was heated to 700-750°C in N₂ atmosphere then activation with CO₂ was carried out after deaeration under N₂ on various conditions.

3.1.1.2 Results of activation

The specific surface area decreased with the increase of activation time and increased with the increase of activation temperature up to 720°C but it decreased at 750°C. The decrease of pore less than 50 nm called micropore and mesopore were seen for sample prepared at 750°C. It was suggested that the decrease in the specific surface area is caused by decrease of these pores volume.

3.1.2 Adsorption of benzene in gas phase

Benzene is one of the major pollutants in air and it is carcinogenic. The adsorption removal using the active carbon is one of the removal methods of benzene.

3.1.2.1 Experimental method

Adsorption of benzene with AC was carried out in a fixed-bed flow-type reactor under

the following conditions. The exit concentration of benzene was measured using a FID detector.

3.1.2.2 Result of benzene adsorption

The sample used in this study was AC obtained from PKS char activated at 750°C for 1 hour and commercial coconut shell AC. AC from PKS char showed much lower benzene adsorption capacity than coconut shell AC. (Fig.3) It was predicted that the difference of the specific surface area is related to the difference in the quantity of adsorption.

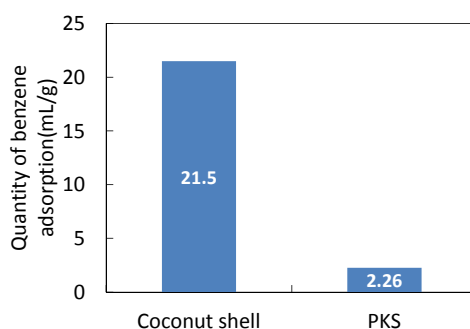


Fig.4 Results of capacity of benzene adsorption

3.1.3 Adsorption of VOC from liquid phase

Trichloroethylene (TCE) was used as a degreaser and solvent of dry cleaning until the 1950s. TCE is persistent substance. So groundwater was contaminated as a result of leakage or dumping of waste. Harmfulness of TCE was confirmed in 1970 and the environmental standards were set in 1997.

There are many technologies for the removal of TCE such as volatilization, adsorption with activated carbon and decomposition with iron powder. In this study TCE was used as model VOC in the liquid phase adsorption on AC.

3.1.3.1 Experimental method

At first, 10ml of ion-exchanged water, 10mg of Activated carbon and TCE were added in a 30ml vial. Next, the vials were stirred by thermostat shaker. Finally, the gas in the headspace were collected and analyzed by GC-FID.

3.1.3.2 Results of TCE adsorption

Fig.4 and 5 shows the relationship between the Stirring time and changing of TCE concentration. TCE concentration was measured at stirring time of 6, 12, 18, 24 hours. Performance of PKS AC was compared with commercial coconut shell AC like the benzene adsorption experiments. TCE adsorption by Coconut shell AC was faster than that of PKS AC especially in the first 6 hour. However, finally both of the ACs adsorbed almost all of the TCE in 24h.

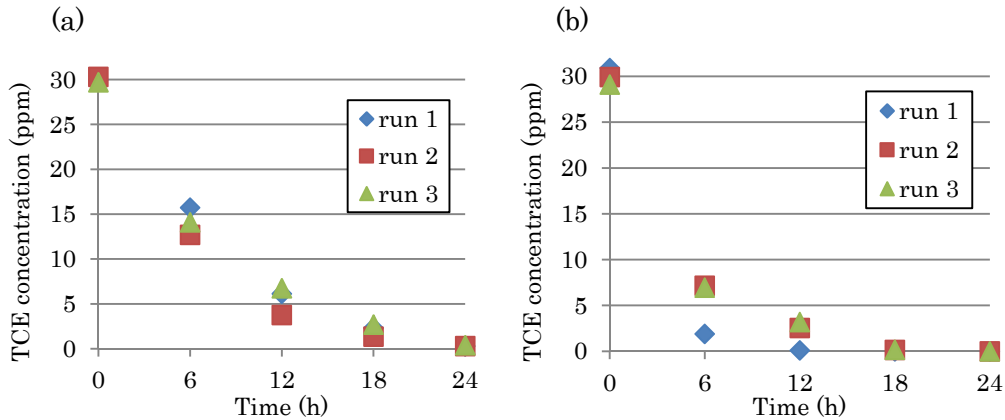


Fig.5 Results of TCE adsorption by (a)PKS AC and (b)Coconut shell AC

3.2 gasification of PKS

The biomass can be converted into clean fuel gases such as H₂ and CO by gasification at high temperature under N₂ atmosphere. These gases can be used as fuel and raw materials for chemical manufacturing. In this study PKS was used as biomass and steam gasification was carried out in a fixed-bed reactor.

3.2.1 Experimental method

Biomass sample was packed in a glass reactor, then the reactor temperature was raised from 200°C to 850°C under nitrogen atmosphere containing water vapor. The exit gases were measured using a gas chromatograph.

3.2.2 Results of gasification

Fig.6 shows the total of the quantity of gas production. It is evident that clean fuel gases such as hydrogen and methane were produced from gasification of PKS with steam. Thus, the gasification can be considered as an effective conversion method of PKS.

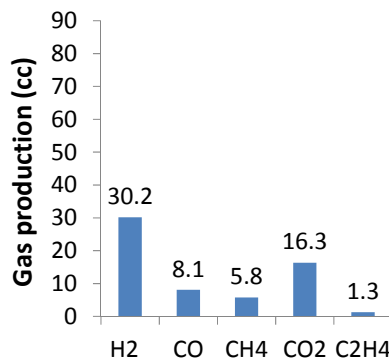


Fig.6 Results of gasification

4. Conclusions

1. International level: pyrolysis

Approximately 48% of PKS raw materials could be collected as bio-oil in a drop tube pyrolysis experiment.

2. Campus level: production of activated carbon

AC of PKS showed very low benzene adsorption performance in gas. However it showed good TCE adsorption performance in liquid.

3. Campus level: gasification

PKS was converted to hydrogen, carbon monoxide, methane etc. These gases can be used for clean energy production.

Thus in this project, it has been demonstrated that PKS, which is a waste product of palm oil production, can be converted into fuel gas, bio-oil and adsorbent (Activated Carbon) by applying various technologies.

Study of technologies for conversion and utilization of palm derived biomass

Graduate School of Environmental and Life Science Okayama University

48426367 Ai Hiwada

1. Introduction

The plantation of oil palm is carried out in 14% of the land area of Malaysia. 93 million tons of oil palm is produced annually. Palm oil is produced from oil palm, and mainly used as cooking oil for instant food and snack food. 34 million tons of waste is generated from the production of palm oil.

In this study, we focused on palm kernel shell (PKS) which is a waste product of palm oil production and study the conversion and utilization technology of biomass for PKS. PKS is the shell on the inside of the fruit of the oil palm. Three experiments were carried out to use PKS such as ①pyrolysis of PKS to obtain bio-oil, ②gasification of PKS to obtain fuel gas and ③preparation of activated carbon from PKS. These studies were carried out in two stages: International and domestic or campus level.

2. International Level

2.1 Palm oil mill visit

First we visited a palm oil mill of FELCRA Company in Ipoh, Malaysia. FELCRA Company has eight factories in Malaysia, accounting for 40% of the market share in palm oil production. This mill produces palm oil from oil palm procured from nearby fresh palm oil

stem plantations and it also manages the palm oil production process.

2.2 Pyrolysis of PKS

We carried out pyrolysis of PKS experiments at University Technology PETRONAS in Malaysia. The UTP has a center for bio-fuel and bio-chemical research. The center carried out investigations on biomass utilization with the vision to be leading a center for biomass research in Asia.

The pyrolysis of PKS was carried out in a drop-tube fixed bed reactor (Fig.1) at 500°C under N₂ atmosphere. The particle size of PKS was about 0.5-1.0 mm.

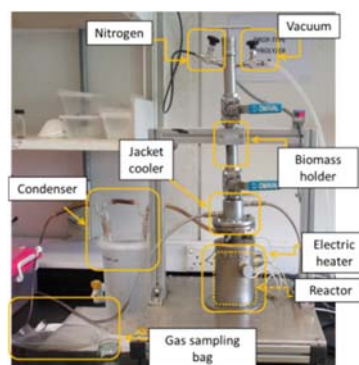


Fig.1 Bio-oil / Drop-tube fixed-bed type pyrolyzer

2.2.1 Results of Pyrolysis of PKS

Fig.2 shows the results of pyrolysis experiments. We performed three times. PKS was converted into char, Bio-oil and gas by pyrolysis with average yield of 41.2%, 47.7% and 11.1%. The oil consisted of hydrocarbons and

oxygenated hydrocarbons and both oil and gases can be used as fuel. Char from PKS was used as raw materials of the activated carbon at Okayama University.

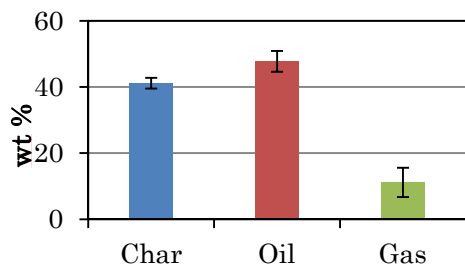


Fig.2 The yield of products by pyrolysis of PKS

3. Campus level

3.1 Production of activated carbon from PKS char

Activated carbon is used for quality of the water purification and deodorization. We examined the production conditions of activated carbon from a char made from pyrolysis experiment in UTP.

3.1.1 Production of activated carbon by the gas activation

Experimental method

We produced the activated carbons by gas activation method using carbon dioxide in this study. The activation of char is carried out to develop pores and increase the specific surface area. Firstly, a ceramic boat was filled with PKS char and put it in the center of the reactor tube inside an electric furnace. At first, the furnace was heated to 700~750 °C in N₂ atmosphere. Activation with CO₂ was carried out after deaeration under N₂ at 700~750 °C, for 1~3 h.

Results of activation

The specific surface area of the ACs decreased with the increase of activation time and increased with the increase of activation temperature up to 720 °C. However the specific surface area decreased at 750 °C. The decrease of pore less than 50 nm (micropore and mesopore) were seen for sample prepared at 750 °C. We supposed that the decrease in the specific surface area is caused by decrease of micro and meso pores volume.

3.1.2 Adsorption of benzene in gas phase

Benzene is one of the major pollutants in air and it is carcinogenic. The adsorption collection using the activated carbon is one of the effector removal methods of benzene.

Experimental method

Adsorption of benzene with AC was carried out in a fixed-bed flow-type reactor under the following conditions. The exit concentration of benzene was measured using a FID detector.

Result of benzene adsorption

The sample used in this study was AC obtained from PKS char activated at 750 °C for 1 hour and commercial coconut shell AC. AC from PKS char showed much lower benzene adsorption capacity than coconut shell AC. (Fig.3) We predicted that the difference of the specific surface area is related to the difference in the quantity of adsorption.

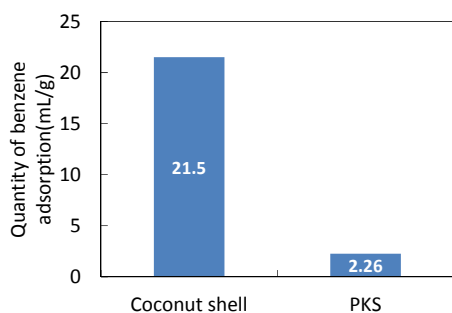


Fig.3 Results of Benzene adsorption capacities of ACs

3.1.3 Adsorption of VOC from liquid phase

Trichloroethylene (TCE) was used as a degreaser and solvent of dry cleaning until the 1950s. These are persistent substance. So groundwater was contaminated as a result of leakage or dumping of waste. Harmfulness of organic chlorine compounds was confirmed in 1970 and the environmental standards were set in 1997. There are many techniques for the removal of TCE such as volatilization, adsorption with activated carbon and decomposition with iron powder. In this study, TCE was used as model VOC in the liquid phase adsorption experiment.

Experimental method

1st, 10ml of ion-exchanged water, 10mg of Activated carbon and TCE were added in a 30ml vial. Next, the vials were stirred by thermostat shaker. Finally, the gas in the headspace were collected and analyzed by GC-FID

Results of TCE adsorption

Fig.4 and 5 shows the relationship between the reaction time and changing

of TCE concentration. TCE concentration was measured at stirring time of 6, 12, 18, 24 hours. Performance of PKS AC was compared with commercial coconut shell AC like benzene adsorption experiments. TCE adsorption by Coconut shell AC was faster than that of PKS AC especially in the first 6 hour. However, finally both of the ACs adsorbed almost all of the TCE in 24h.

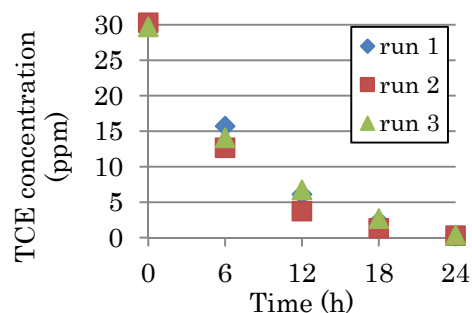


Fig.4 Results of TCE adsorption by PKA AC

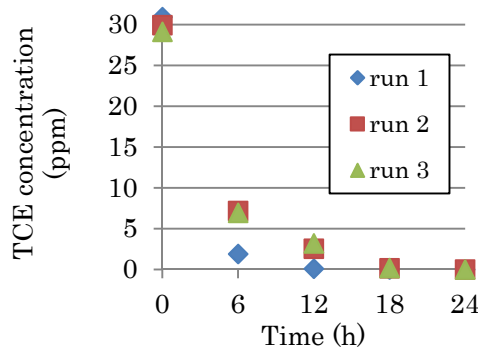


Fig.5 Results of TCE adsorption by Coconut shell AC

3.2 Gasification of PKS

The biomass can be converted into clean fuel gases such as H₂, CO and CH₄ by gasification at high temperature under N₂ atmosphere. These gases are can be used as fuel and raw materials for

chemical manufacturing. In this study we used PKS as a biomass and steam gasification was carried out in a fixed-bed reactor.

Experimental method

Biomass samples was packed in a glass reactor, the reactor temperature was raised from 200°C to 850°C under N₂ atmosphere containing water vapor. The exit gases were measured using a gas chromatograph.

Results of gasification

Fig. 6 shows the total quantity of gas production. It is evident that clean fuel gases containing hydrogen, carbon monoxide and methane were produced from gasification of PKS with steam. Thus, the gasification can be considered as an effective conversion method of PKS.

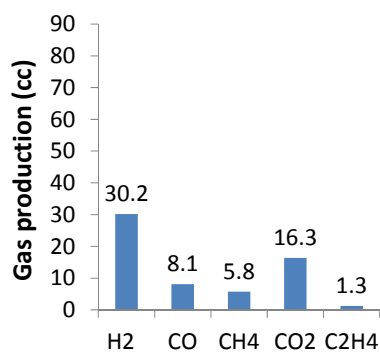


Fig.6 Results of gasification

4. Conclusions

1. International level: pyrolysis

We were able to collect approximately 48% of PKS raw materials as bio-oil in a drop tube pyrolysis experiment.

2. Campus level: production of activated carbon

AC of PKS showed very low benzene

adsorption performance in gas. However it showed good TCE adsorption performance in liquid.

3. Campus level: gasification

We were able to convert PKS to hydrogen, carbon monoxide, methane etc. These gas can be used for clean energy production.

Thus in this project, We have demonstrated that PKS, which is a waste product of palm oil production, can be converted into fuel gas, bio-oil and adsorbent (AC) by applying various technologies

プロジェクト実習報告書（指導教員 藤原健史）

担当：米田康人（マレーシア）

Seng Bandith（カンボジア）

今年度もアセアン諸国での廃棄物マネジメントの現状を調査するテーマを2人の学生に与えた。米田については、マレーシアのジョホールバル市を対象として、バイオマスの有効利用の取り組みをテーマとした。マレーシアでは、ごみをエネルギーに（Waste to Energy）を強調して研究を進めているので、その実態を視察し理解度を上げることをゴールとした。一方、Seng はプロジェクト実習では初めてのカンボジアのプノンペン市を対象とし、最終処分場でのごみ組成分析を行い、廃棄物マネジメントの実態調査を行うことをゴールとした。学内、地域ではそのための基礎勉強と、ごみ分析法のマスターを課題とした。二人ともに、自主的に実習計画を立て、海外の大学教員や自治体関係者と各自で連絡し、実習の準備と実施を進めることを期待し、プロジェクト実習の報告結果を見て、期待通りの成果が出せたと感じた。

プロジェクト実習（学内）：

学内実習では、ごみの組成分別方法やガス分析装置の使用をマスターすることに専念させた。米田は、研究室のコンポスト製造器を用いて生ごみからコンポストを製造する過程を学んだ。コンポスト製造のために、生ごみ以外に水分調整材としてのもみ殻、そして種菌として前回に製造したコンポストや落ち葉を加える。それらの量のバランスを変えながら、コンポストの生成過程を温度計を見ながら観察した。

Seng にはガス分析装置の使い方をマスターさせた。これは、Seng がプロジェクト実習（国際）において、最終処分場でのごみ組成分析とメタンガス及びCO₂ガスの発生量を計測するためである。英国製のポータブルガス分析器についてキャリブレーション行えるようになった。

プロジェクト実習（地域）：

海外でごみ組成分析を行う前に、国内においてごみ組成分析を経験しておくことは重要である。当研究室では岡山市東部クリーンセンターでごみのサンプリングと分析試験を行っている。米田とSeng は全体のサンプリングのリーダー的存在として入り、サンプルを持ち帰って、乾燥機、電気炉、熱量計、CHN分析器にかけて、ごみの物理組成と化学組成を明らかにする技術を学んだ。

プロジェクト実習（海外）：

米田は、マレーシア工科大学を訪問してバイオマスリサイクル技術について学んだ。マレ

ーシア工科大学とは、研究プロジェクトを通して共同研究をしている。大学内で発生するバイオマス（食品残渣と農畜産ごみ）を対象に大学内でリサイクルを行う実験と実践に取り組んでいる。また、プランテーション農場において、パームヤシの搾りかすを肥料にするためのコンポスト実験施設をプランテーション内に建設中である。米田は、大学学生寮に 1 週間滞在して、これらの実験について研修を行った。

一方、Seng はカンボジアの最終処分場において、スカベンジャーとともにごみ組成分析、浸出水の水質分析、そして、ガス濃度測定を行った。対象とした処分場は市全体からの多量の廃棄物が搬入されており、その中で均質なごみサンプリングを得ることに配慮しながら、組成分析を行った。収集した 2 次データとともに、プノンペンの廃棄物組成についてディスカッションを行った。

平成 26 年度 プロジェクト実習報告レポート
 マレーシアの廃棄物マネジメントにおける課題とその解決に向けて

初めに

今回のプロジェクト実習に取り組むにあたり、学内レベルではコンポスト学習・機器分析方法の学習を通して、「知識の習得」、地域レベルでは、ごみ組成調査・機器分析を通して、「作業の理解」、「知識の利用」、国際レベルでは、ごみ組成調査・機器分析・コンポストサイト訪問を通して「地域による違い」、「英語の向上」を目的とした。

・学内レベル

学内レベルでは、岡山市エコ技術委員会の山崎泰二氏からコンポスト実験の方法を学習した。実験方法は、厨芥ごみ、米ぬか、枯れ葉を混ぜ合わせ、2 週間発酵させ、出来上がったコンポストはふるいにかけて、粗いコンポストは次のコンポスト実験の種として使用する。コンポストが出来上がるまでの間、温度は毎日確認し、ふるいにかからなかった完成したコンポストの成分を機器実験によって調べる。

また、様々な実験機器（定温乾燥機、電気炉、デジタル式熱量計、CHNS/O 全自動元素分析装置）の使用方法について学習した。これらの機器は、廃棄物の性状を調べるために用いる。

・国内レベル

国内レベルでは、2014 年 5 月 20 日、東部クリーンセンターで岡山市内におけるごみ組成調査を行い、岡山市

の重量別
 ごみ組成
 を調べた。
 手順とし
 ては、バケ
 ットで 1
 掴みのご
 み袋をピ
 ット内のテ

消費項目	袋番号 ()										不燃
	可燃に分類されるモノ						資源化物				
ごみ分類	厨芥	プラスチック	紙類	ゴム・皮革	布	その他	ペットボトル	空き缶	空きびん	紙類	
食品											
飲料(酒類含)+菓子類											
調理食品+調味料・油脂											
家事用品											
衣服+廃物											
書籍・その他印刷物											
教育娯楽用品											
美容用品											
身の回り用品+タバコ											
その他諸雑費(嗜好品など)											
プラ袋(店舗)											
紙袋・包装紙(店舗)											
	指定ごみ袋						その他(庭ごみ、動物糞等)				
	()										

図 1 組成調査用データシート

ラスト部

分に落とし、破れの少ない袋をランダムに選択して袋容量（45L、30L、20L、10L、5L）を別々に並べ、それぞれの列から一定間隔で袋を選択してサンプルとした。採取したサンプルは図 1 のシートに基づいて種類分けしている。項目ごとに用意したボウルに入れ、重量を測った。そして、この計測は、100kg 回収するまで繰り返した。

また、岡山市のごみの性状を調査するために実験用のサンプルを採取した。採取したサンプルは学内レベルの段階で使用法を学習した実験機器を用い、三成分（水分・可燃分・灰分）、発熱量、元素成分（C・H・N）を調べた。

岡山市の組成調査の結果および機器分析の結果はマレーシアの調査結果と比較して示している。

・国際レベル

学内及び国内レベルで学習したコンポストの知識、ごみ組成調査の知識をもとに、国際レベルでは、イスカンダル・マレーシアに訪れ、①ごみ組成調査、②コンポスト実験の学習を行った。

ごみ処理の現状は、ごみの中間処理が行われておらず、発生したごみはすべて埋立場に直接運ばれている。そのため、埋立場の逼迫が問題とされている。

① ごみ組成調査について

今回、マレーシア・ジョホールバルに Seelong 埋立処分場でごみの組成調査をマレーシア工科大学 (UTM) の学生と共同で行った。Seelong 埋立処分場は、Solid Waste Management(SWM)というプライベートカンパニーによって運営されており、SWM は、ごみの収集・運搬・処分まで行っている。マレーシアでの組成調査は、トラックで運ばれてきた家庭ごみを 1t 回収し、四分法で縮分を行った。まず、1t の家庭ごみが均一になるようにショベルカーで良くかき混ぜ、それを 4 等分し、対角にある山をサンプルとして回収するようにした。袋に入ったごみは、ショベルを使って、中身を取り出し、さらによくかき混ぜる。データシートは、岡山市での組成調査と同じものを用い、種類ごとに重量を計測した。

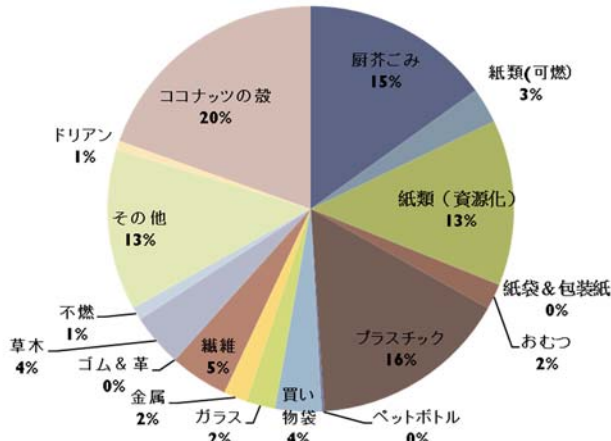


図 2 H26 年度 組成調査結果 (岡山市)

組成調査結果について岡山市の結果を図 1 にマレーシアの結果を図 2 に示す。

岡山市、マレーシアともに厨房ごみ、紙ごみ、プラスチックごみの割合が高かった。岡山市の厨房ごみの割合がマレーシアよりも高い結果となった。そして、ココナツとその他の割合が高くなった。しかし、このココナツとその他は岡山市での組成調査結果には含まれていない。

その他のごみとはマレーシアの組成調査の時に、区別をつけることができず、最終的にどの項目にも分類できなかったものである。

右の写真①にその他ごみを示す。見た目から判断して、その他ごみはほとんどが厨房ごみだと判断できる。そのため、厨房ごみの項目に、ココナツの殻、ドリアン、その他を加えた。その結果を図 3 に示す。赤く塗りつぶしている部分が厨房ごみになり、厨房ごみの割合は 49%という結果となった。このことから、マレーシアの実際の厨房ごみは岡山市よりも割合が多いということがわかる。

組成調査で採取したサンプルの機器分析結果を示す。

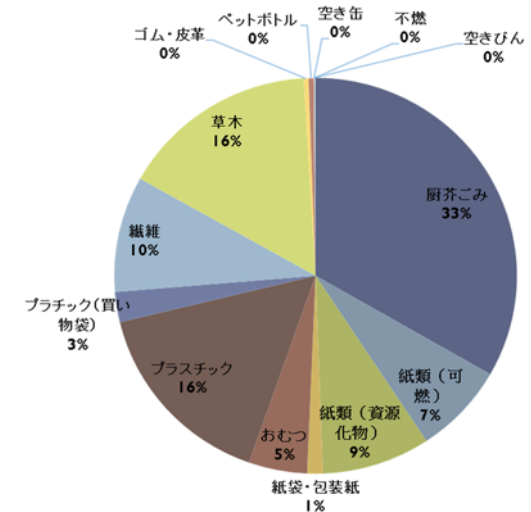


図 3 H26 年度 組成調査結果(マレーシア)



写真① その他ごみ

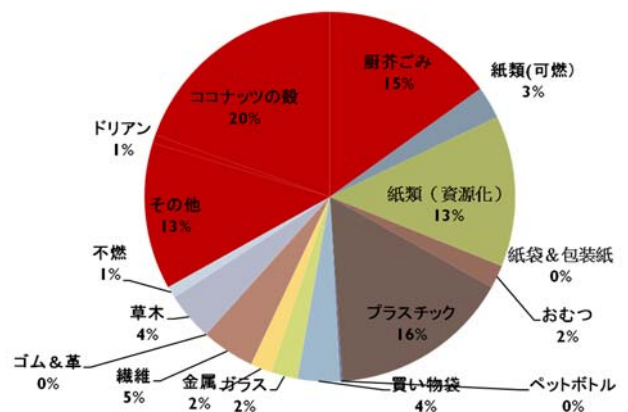


図 4 H26 年度 組成調査結果 (マレーシア) 修正

図 4 は岡山市、図 5 はマレーシアの CHN 分析結果を表す。

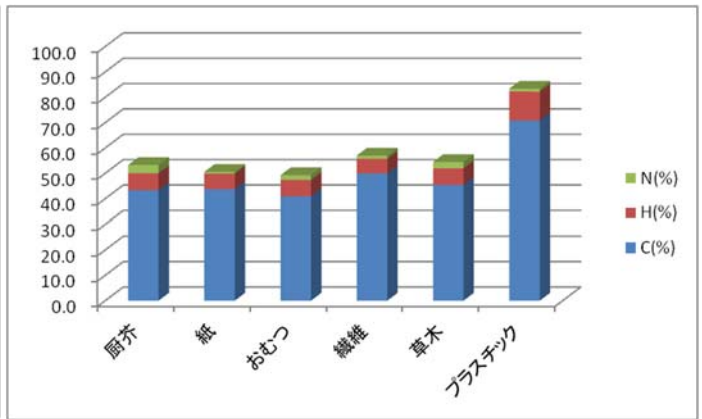
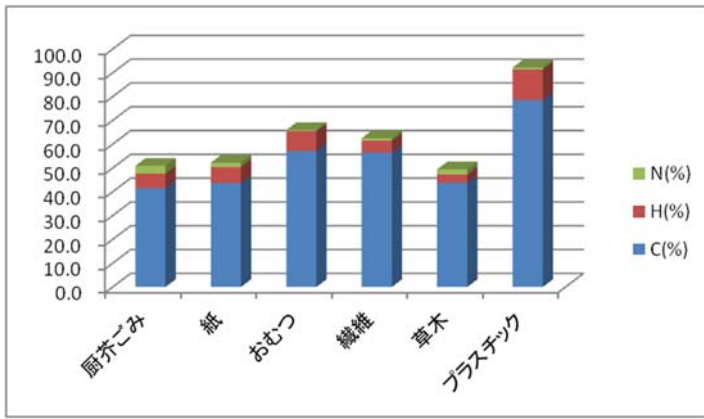


図 5 CHN 分析結果 (岡山市)

図 6 CHN 分析結果 (マレーシア)

CHN 分析結果では、全体的に岡山市とマレーシアに大きな違いはなかった。おむつのみ岡山市の C の割合がマレーシアの割合に対して大きかった。これは、岡山市とマレーシアで使われているおむつの材料の質が考えられる。

図 6、7 は三成分分析結果を表し、図 6 が岡山市、図 7 がマレーシアの結果を表す。

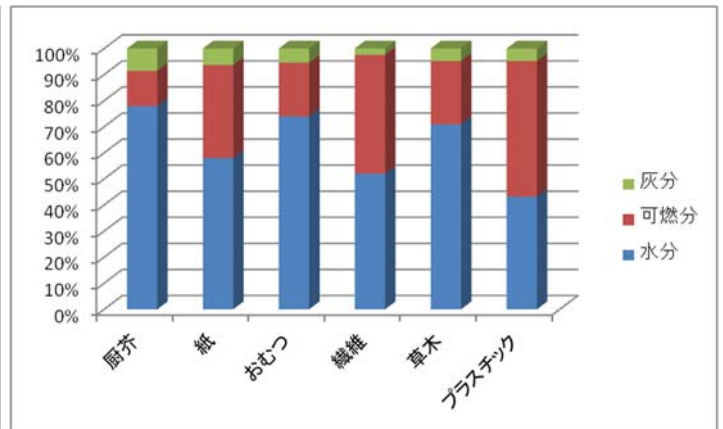
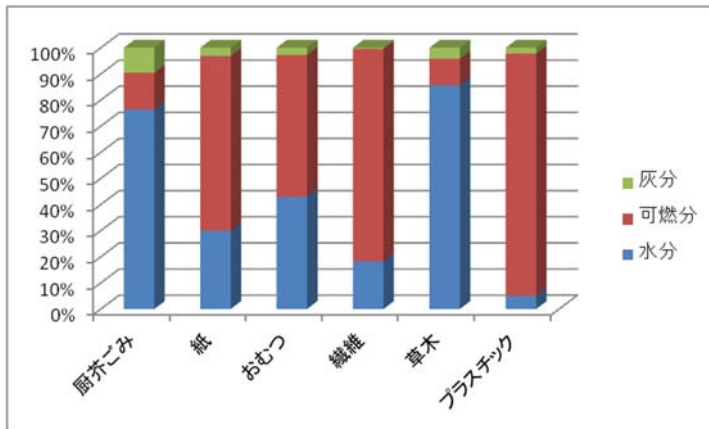


図 7 三成分分析結果 (岡山市)

図 8 三成分分析結果 (マレーシア)

三成分分析結果では、厨芥ごみ、草木には岡山市とマレーシアで大きな違いはなかった。紙、おむつ、繊維、プラスチックでは水分に大きな違いがあった。大きな違いがあったごみの共通点として、通常、乾燥しているものであり、もともとの水分割合は低い。

図 8、9 に低位発熱量の結果を示す。図 8 が岡山市、図 9 がマレーシアの結果を表す。

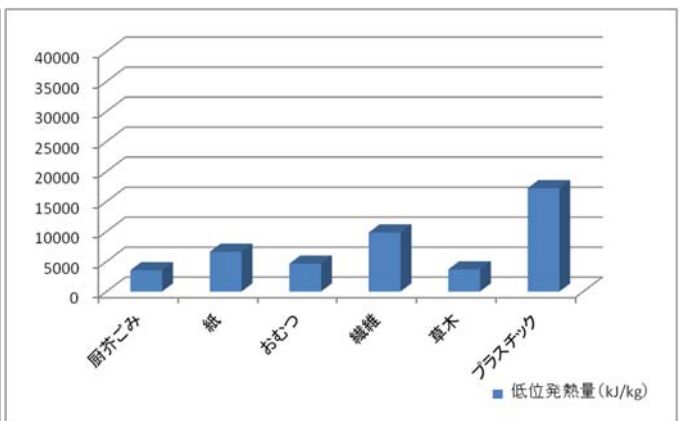
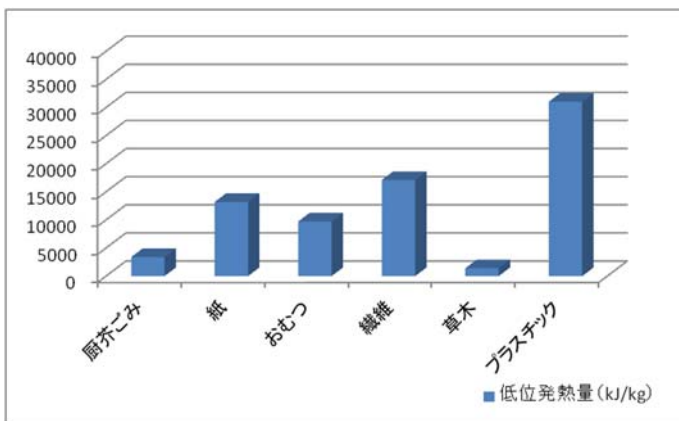


図 9 低位発熱量 (岡山市)

図 10 低位発熱量 (マレーシア)

岡山市とマレーシアの低位発熱量には紙、おむつ、繊維、プラスチックに大きな違いを見ることができる。これらのごみは図 6、7 で示したもともと乾燥しているごみでマレーシアの結果で水分が大きな割合だったごみで

ある。岡山市では全体の低発熱量が 12442.3 kJ/kg、マレーシアでは 6283.5 kJ/kg という結果となった。全体の発熱量を見ても大きな違いがあった。

岡山市とマレーシアの低位発熱量の差には、もともと乾燥したごみの水分割合が高かったことが大きく影響していたと考えることができる。

② コンポスト実験

現在、マレーシアではごみの中間処理が行われていないため、ごみ処理方法の一つとしてコンポストを含むバイオマスの処理が考えられ始めていて、マレーシア工科大学（UTM）では、実際に学内でコンポスト実験を行っている段階にある。

今回の実習では、UTM 内のコンポスト施設に訪れ、どういった方法でコンポスト実験を行っているかについて学習した。マレーシアでは、コンポストを生産するために、厨芥ごみ・グリーンごみ（葉っぱ、ウッドチップ、馬糞）を用いている。まず、UTM は非常に広い敷地面積（1222ha）を持っており、また、森林に囲まれ、学内にも多くの自然が存在している。また、UTM 内にはいくつもの食堂、カフェテリアが存在しているため、コンポスト生産に用いる厨芥ごみ、グリーンごみというのは、簡単に入手できるものだった。厨芥ごみは UTM 内のカフェテリアから回収することができる。それぞれのごみは一度粉碎され、グリーンごみは写真②のように多くの山が作られ、厨芥ごみとグリーンごみが 3:7 の割合で混ぜられる。また厨芥ごみとグリーンごみが混ぜられてから完全に完成するまで約 2-3 ヶ月反応させ、コンポストを完成させる。写真③は、作っておいたグリーンごみの山に、厨芥ごみを混ぜ、好機性発酵させている状態であるコンポストが完成するまでの間、2 週間に一度かき混ぜ、そして、水分、pH、伝導性、CN 比、温度、フミン酸を計測する。そして、完成したコンポストは、UTM 内で肥料として利用している。この実験については、地域レベルで学習したコンポスト実験方法をもとに実験を行い、マレーシア工科大学の学生とコンタクトをとり、結果の比較を行うつもりである。



写真② グリーンごみの山

写真③ グリーンごみに厨芥ごみを混ぜたもの

・まとめ

岡山市とマレーシアの分析結果について、組成調査の際にマレーシアではすべてのごみがショベルカーで混ぜられたため、水分割合の高いごみの水分が、乾燥しているごみにより移動したことが大きな違いを生んだと考えられる。また、調査時期マレーシアでは毎日、雨が降っていたこと、厨芥ごみの割合が高いということも結果の違いの要因であると考えられる。

現在、マレーシアでは、急速な経済成長を遂げている中、ごみの分別が行われることなく、埋立地に運ばれているため、3R や中間処理の導入が必要だと感じた。

3R が導入され、ごみを分別する意識がマレーシアで高まれば、ごみの中間処理をしていないマレーシアにとって、コンポストは効果的なごみの減量化方法だと感じた。

感想

今回、プロジェクト実習を通して、調査や実験を実際に行ったこと、また、異なる地域レベルで調査を行ったことで、デスクワークだけでは体験できない貴重な経験ができた。

マレーシアでは、現在、家庭や事業から出たごみが分別されることなく回収され埋立てられているため、将来的には処分場が逼迫するとのことであり、このことを聞いて、マレーシアでは迅速にごみを減らすため中間処理を行う必要があると感じた。また、組成調査を UTM の学生と共同で行ったため、調査を行うときは英語でコミュニケーションを図った。しかし、自分の言いたい事がなかなか表現できなかつたり、相手の言っていることがなかなか理解できなかつたりなど、英語でコミュニケーションをとる難しさ、そして重要性を感じることもできた。

最後に、今回の実習で協力をしていただいたマレーシア工科大学の関係者の皆様、東部クリーンセンターの方々、Seelong 埋立場の方々、調査を共にした藤原研究室の学生、そして指導をくださった藤原先生に深く感謝いたします。

About Characteristics waste composition

In this time, I characterized waste composition at SEELONG LANDFILL with laboratory member and UTM student on March 29-30.

The procedure of this research is

1. Picks up household waste disposed in landfill
2. Shovel and mix
3. Make coning and quartering
4. Weigh the composition

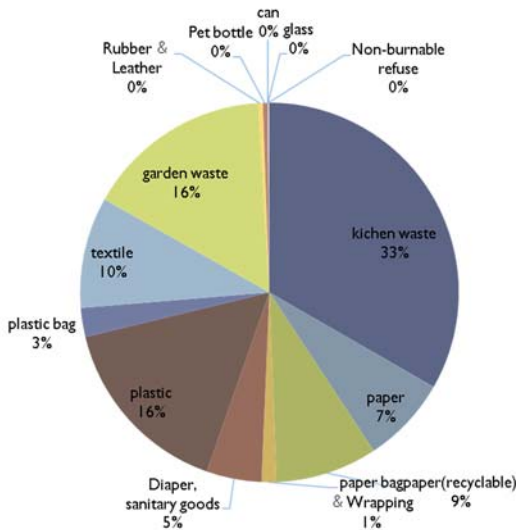


Figure2 Result of waste composition (Okayama city)

Figure2 show result of waste composition in Okayama city and Figure3 show result of Malaysia.

Kitchen waste, paper and plastic waste was major proportion. Proportion of kitchen waste in Malaysia higher than in Okayama city. In Malaysia, proportion of coconut and others are high. But, Okayama city doesn't contain other wastes and coconut.

Others category indicates waste that we couldn't assort finally. It is unidentifiable composition. Picture 1 show others waste. Apparently, it is kitchen waste also.

I added coconut, durian and others category into Kitchen waste category. Figure4 shows Result of waste composition in Malaysia after added coconut, durian and others into kitchen waste category. As a result, Kitchen wastes proportion is 49%. It is predicted real proportion of Kitchen waste is higher than Okayama city.

I show result of instrumental analysis.

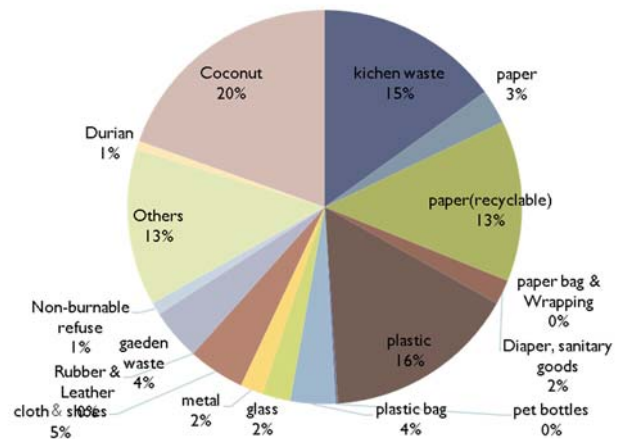


Figure3 Result of waste composition (Malaysia)



Picture1 others waste

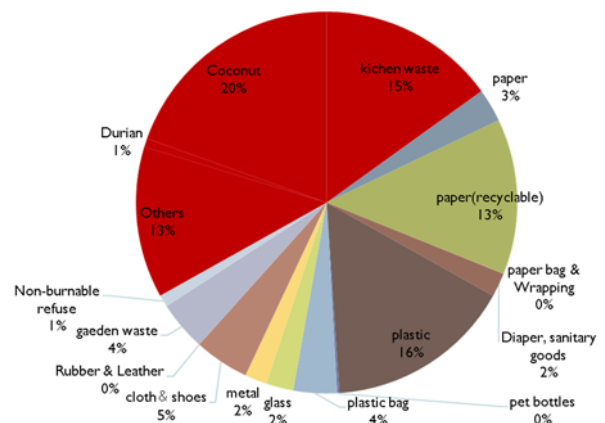


Figure4 Result of waste composition remake

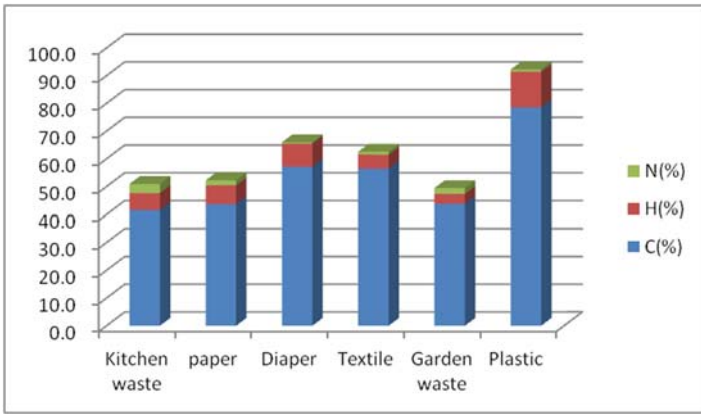


Figure 5 result of elemental analysis (Okayama city)

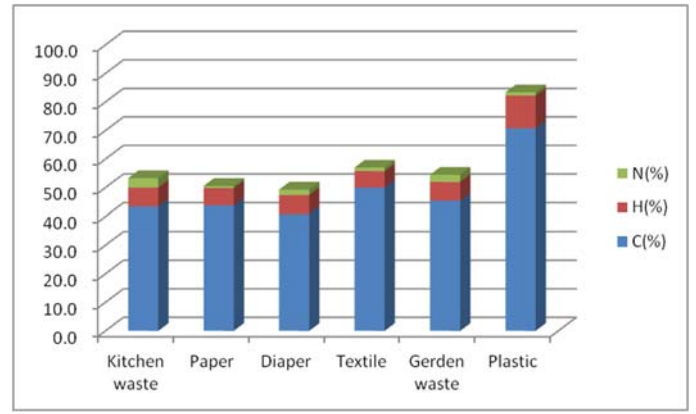


Figure 6 result of elemental analysis

There is no difference totally between results in Okayama city and Malaysia.

I show results of proximate analysis in Okayama city and Malaysia.

Figure7 shows result of proximate analysis in Okayama city. Figure8 shows in Malaysia.

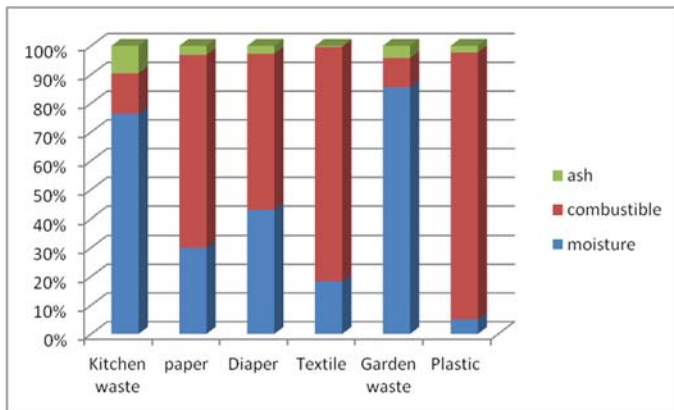


Figure 7 Result of proximate analysis (Okayama city)

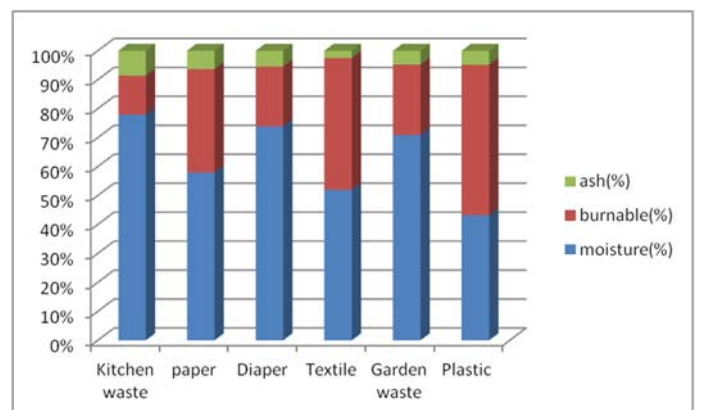


Figure 8 Result of proximate analysis (Malaysia)

Moisture of kitchen waste and garden waste in Malaysia is almost as much as Okayama city. But moisture of paper, diaper, textile and plastic waste in Malaysia is higher than in Okayama city. Most of wastes are normally dry in daily life.

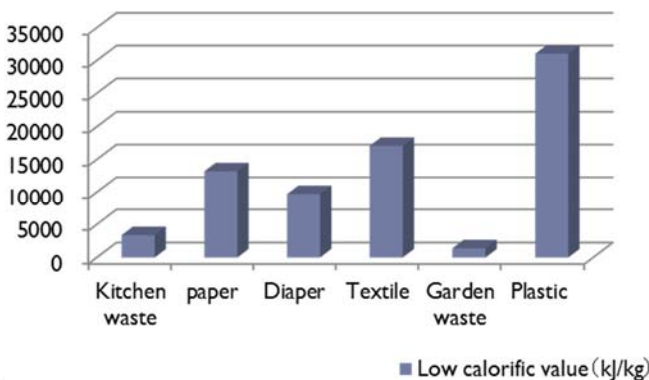


Figure 9 Calorific value (Okayama city)

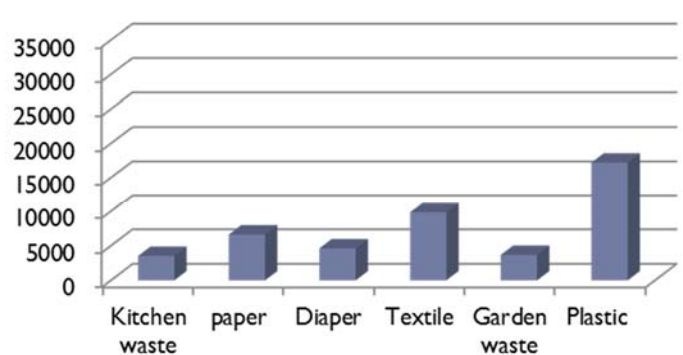


Figure10 Calorific value (Malaysia)

Total low calorific value of waste in Malaysia is 6283.5kJ/kg, but in Okayama city is 12442.3 kJ/kg. There is a great difference between both results. Low calorific value of waste in Malaysia is lower than in Okayama city. Especially, there is a great difference between both results of paper, diaper, textile and plastic waste.

Waste in Malaysia contains high moisture because waste was mixed by shovel car when we researched, it

was raining almost everyday in Malaysia and kitchen waste is major proportion. Therefore, high moisture resulted low calorific value totally.

About Learning compost

I visited composting site in Universiti Teknologi Malaysia (UTM) to learn how to compost on September 29. Input wastes are kitchen waste and green wastes. Green wastes are material which dead leaves, wood chip, horse dung are mixed in the ratio of 1:1:1.3. Kitchen waste is collected from 5 cafetria within UTM, and Green waste is collected around campus. Each waste is crushed after collect. Each layer around 100kg, which contain food waste 30kg, horse dung 21kg, wood chip 21kg and shredded dry leaves 28kg. Arrange and mix food waste and green waste will come out compost with ratio 3:7. Monitoring of temperature, moisture content, ph, conductivity, C/N ratio and humic acid need to done from the beginning until compost mature. Optimum temperature for decomposition is around 60°C while optimum moisture content is 40%-60%.



Picture 2 composting site



Picture 3 Compost at UTM

Conclusion

About results of analysis in Okayama city and Malaysia, It is considered that it produce difference of results that moisture moved from wet waste to dry waste because waste was mixed by shovel car.

In Malaysia, economy is growing rapidly at present. But waste goes to landfill directly without separation. So I need to introduce 3R and intermediate treatments. Composting is sensible to reduce waste landfilling in Malaysia if it is growing awareness of 3R and separation waste.

In this time, I had precious experience through exercise project. In Malaysia, when I characterized waste composition with UTM student, I tried to communicate in English. But I couldn't communicate well. I felt its difficulty and importance.

In Campus-Project Practice Gas Analyzing by Geotech Gas Analyzer GA5000

In campus-project practice was carried out on June 18-20, 2014 with objective to utilize GA5000 in monitoring of landfill management. Geotech GA500 is a portable gas analyzer using for monitoring of landfill gas emission, waste-to-energy and site investigation. It can measure percentage of methane, carbon oxide, carbon dioxide, oxygen, hydrogen and hydrogen sulfur. It can also measure gas flow from borehole (L/h) and function as GPS navigator as well.

Calibration of the analyzer is very important; it can assure the accuracy of measurement ($\pm 5\%$). Calibration should be made regularly with two options, fresh air and calibration gases and calibration history is stored in Gas Check.

Gas measurement should be made through landfill borehole with being clarified that gases are not flowing out of the borehole whilst the landfill is well capped. Measurement takes less than 90second for all parameters with flow rate of 550ml/min typically. Data can be downloaded by using Gas Analyzer Manager, in short GAM.



Figure 1: GA5000

Regional-Project Practice

Household Waste Characterization: Eastern Clean Center of Okayama City, Japan

On May 20, 2014, one-day study trip was taken place at Eastern Clean Center of Okayama City, Japan. The study aimed to characterize compositions of household waste in the city. Waste transported to center was derived for characterization. Characterization was done with two main categories, burnable (kitchen, plastic, paper, rubber, leather, textile waste) and recyclable compositions. Every individual fraction was manually sorted and weighted.

In total, 29 bags of garbage were sorted. There are different volume of garbage bags such as 5L (3 bags), 10L (5 bags), 20L (7 bags), 30L (7 bags) and 45L (7 bags). Characterization could have made up to total garbage weight of 102.23Kg. 45L garbage bags shared the biggest portion of total sorted waste, (38.69%) followed by 30L garbage bags (26.31%).

Result of characterization showed that majority of waste is organic fraction. It contained mostly kitchen/food waste. Plastic and paper (both burnable and recyclable) was the second and third largest portion respectively of household waste. Moreover, the result also showed that value of recyclable composition is much higher than burnable manner.

International Project Practice

Landfill Municipal Solid Waste Characterization and Economic Benefit of Recycling Case Study: Dangkor Landfill, Phnom Penh City, Cambodia

I. Background

In Cambodia, as a developing nation, solid waste is quite challenging regarding shortage of financial and technological resources. Municipal solid waste (MSW) generation tends to increase linearly due to its rapid economic development and population growth. Seriously, it has become more unmanageable whilst such treatment facility does not exist. MSW is disposed

and transported directly from sources to final disposal site even there is no pre-separation. Objectives of this study are (1) to review MSW disposal to landfill, (2) to characterize MSW to landfill and (3) to analyze recycling potentials and economic benefits.

II. Methodology

2.1 Site Selection

The study is taken place in Dangkor Landfill. Dangkor Landfill is located in Ta Lei village, Cheung EK commune, Dangkor district, Phnom Penh city, Cambodia. It is about 10Km away from the city where and the total area of this landfill is 31.4ha (JICA, 2005). The landfill operation has started since July 20, 2009 (Seng et al., 2010).

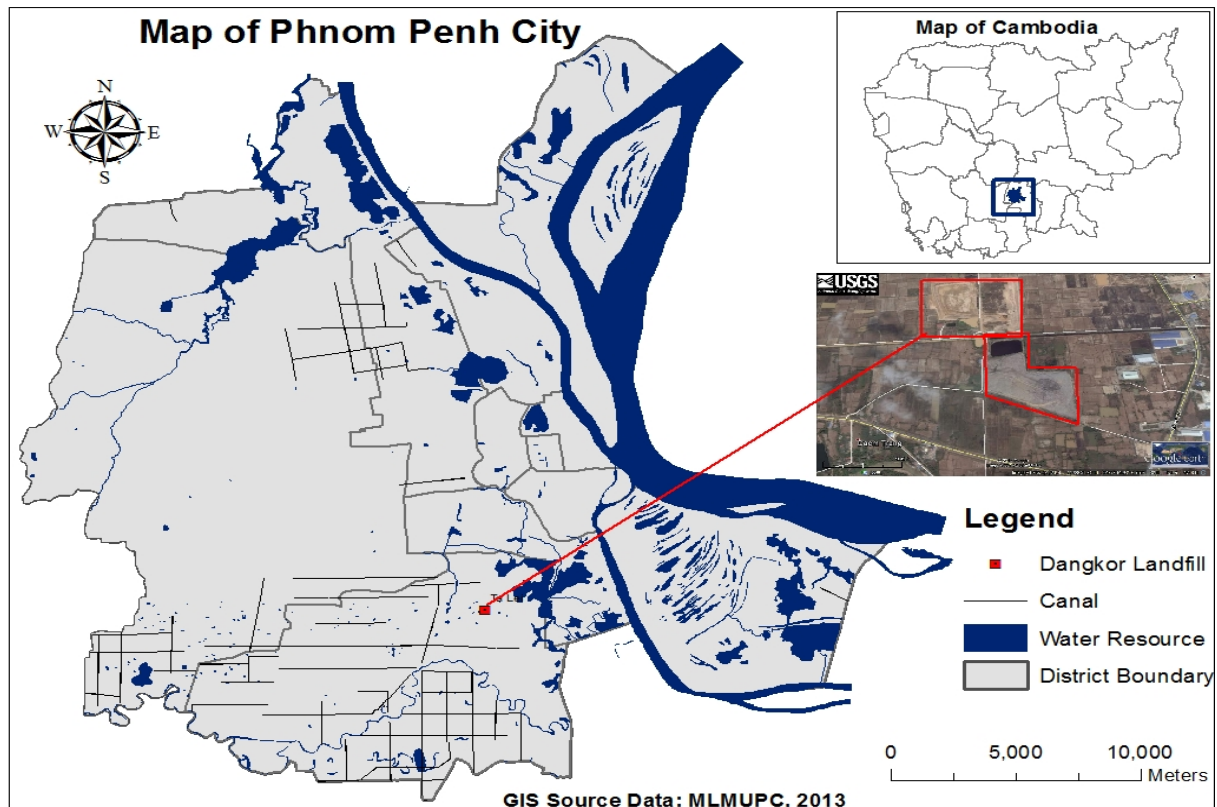


Figure 2: Map of Dangkor Landfill site

2.2 Data Collection

2.2.1 Key Informant Interviews

Key informants from (1) Department of Pollution Control/MoE, (2) JICA Cambodia, (3) CINTRI Cambodia LTD. - private waste collection company, (4) Dangkor Landfill agency and (5) CSAR NGO were interviewed. The interview was made separately to collect data of [a] MSW generation and characterization, [b] waste management and treatment, [c] waste economy and [d] future management plan.

2.2.2 Waste-to-Landfill Characterization

Waste characterization was taken place onsite of Dangkor Landfill in August to September 2014. Collection trucks from designated areas of Phnom Penh city where MSW collection service is covered were selected randomly. In Phnom Penh, regarding to interviews of key informants, consists of 12 districts; but, MSW collection service covers only nine of them. Hence, totally nine of waste collection trucks were sampled as of one truck represented one district. Five trucks were from residential areas while the rest was from commercial areas. By

meantime, 300kg of waste from each sampled collection truck was obtained for waste characterization by every single composition as following. Marketable and non-marketable compositions carefully separated regarding to current market of waste.

2.2.3 Landfill Scavenger Interview

Objective of the landfill scavenger interview is to identify recyclable fractions, quantity and its economic benefits. Samples for interview were randomly selected at the landfill and the calculation of total sample was based Yamane formula (1967) with 10% of error level. Regarding to interview with official of Dangkor Landfill, currently there are about 300 scavengers in the landfill. Therefore, total sample for interview is 75.

III. Waste Disposal in Dangkor Landfill

Generated MSW in Phnom Penh, except medical and industrial waste, is subject to dispose in Dangkor Landfill. Wastes to landfill are general waste collected by PPWM & CINTRI LTD. (99.29%), slaughter house (0.62%), and others, demolition, sewage sludge, etc. (0.08%) (Data of landfill 2014). Waste disposal in landfill is noticeably increased from year to another. In August 2009, waste to landfill was totally 33240.64 tons; but it was 53535.12 tons in July 2014. Increasing volume is clearly seen regardless fluctuation varied by month. In average a day, amount of waste is also fluctuated. For August 2009, MSW to landfill in average was only 1072.27 tons/day; but it reached 1784.504 tons/day in July 2014 (Data of landfill 2014).

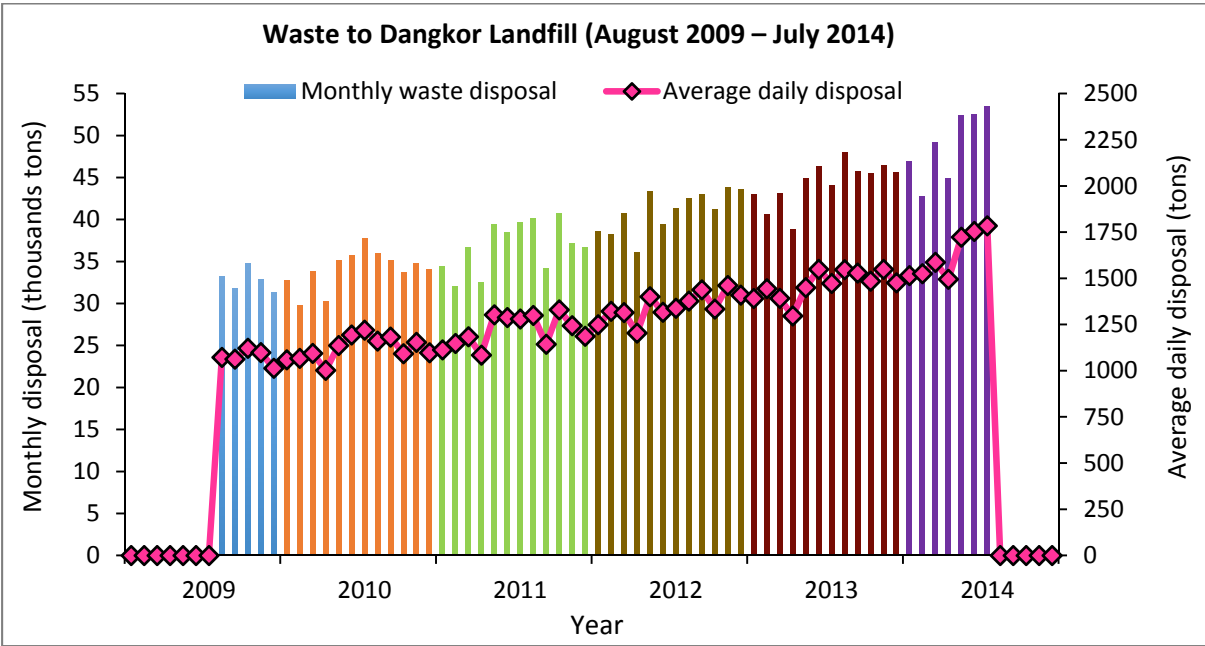


Figure 3: Amount of MSW to Dangkor landfill (August 2009-July 2014) (Data of landfill 2014)

IV. General MSW Characterization

Characterization found that organic fraction of kitchen and garden waste shares 55.42% of Phnom Penh MSW composition. It is the largest portion followed by plastic, 20.75% and textile, leather and diaper, 12.06% respectively. Rest of the portions (11.77%) are stone and ceramic, paper, glass bottle, metal, wood and charcoal, battery, medical waste and others. Medical waste is still found in MSW to landfill although it is object to be separately collected and incinerated.

MSW is potential for making compost as compostable compositions including kitchen, garden and wood portions 55.84% of total waste to landfill. Likely, valuable proportion remains also high; 21.38% is found out to be marketable.

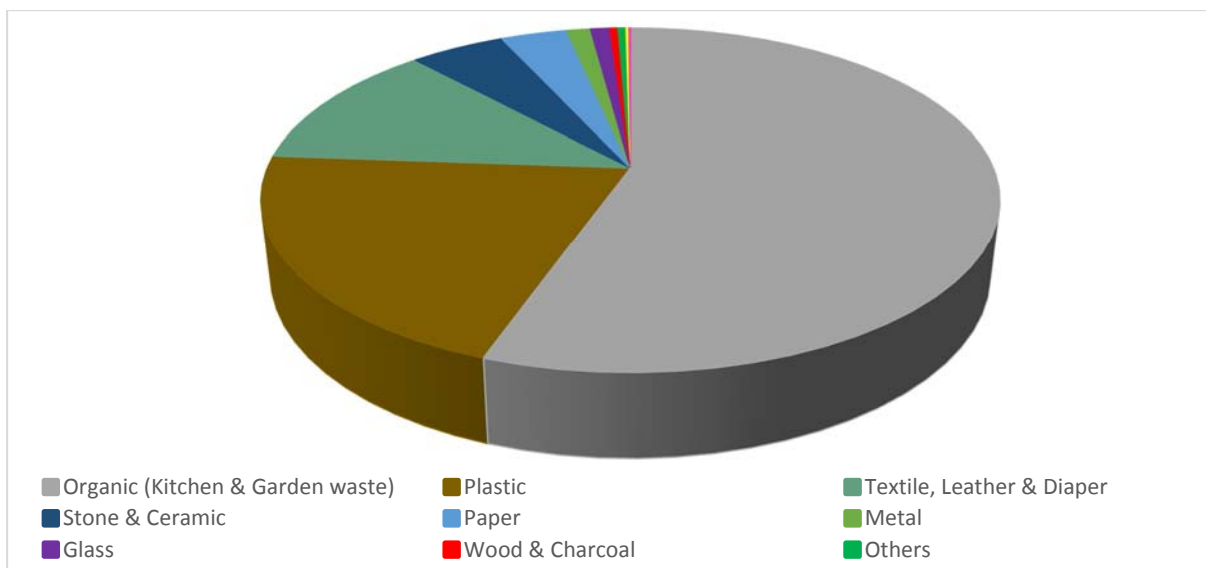


Figure 4: Compositions of MSW to landfill

V. MSW Scavenging in Dangkor Landfill

In Dangkor Landfill, recently about 300 scavengers are scavenging for the marketable fractions in both daytime and nighttime. However, there is no record of exact number of scavengers nor of marketed quantity that the scavengers are marketing a day. In market, seven categories of wastes are determined as source of income. There are kitchen waste, paper, cardboard, glass bottle, metal (aluminum can, metal can, electrical wire and other metals), plastics (bag, sack, PET, plastic cup, foam plastic, PVC and other plastics) and others. Mean of market value varies by materials and dealers.

In average, scavenger in landfill could have scavenged 2023.56Kg/person/month. In sum, about 607.07tons of MSW to landfill have been marketed monthly to onsite and offsite waste dealers. As of July 2014, this marketed waste shares only 1.13% of total MSW to Dangkor Landfill. Plastic products is a major component that makes more than 50% of the market. Mainly, plastic bag accounts over two third of total scavenged amount.

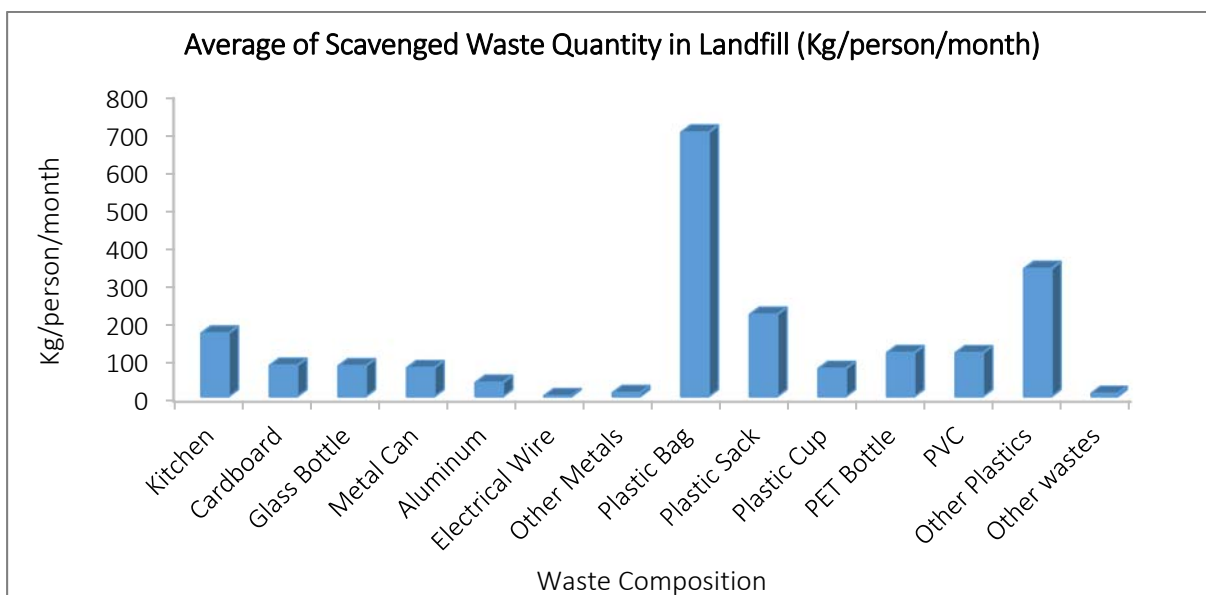


Figure 5: Average quantity of scavenged waste in landfill (Kg/person/month)

Comparing to waste characterization (21.38%), scavenged amount of landfill scavengers (1.13%) is very little. Most marketable fractions (20.25%) become valueless because of

collected MSW is being discharged continuously in the landfill. It makes the scavengers unable to scavenge all the valuable things. Moreover, some valuable fractions might not be necessary nor unmarketable, for example paper and foam plastic, due to its physical appearances and quantity. Paper is too wet to be marketable while foam plastic is too light to be seen valued. Consequently, paper and foam plastic loss its market value.

VI. Economic Benefits of MSW Recycling

Economic benefits of MSW recycling is calculated through average income generation of landfill scavengers. The income generation is based on scavenging amount and market values of specific materials. Waste dealers determine market values so that the values is different from dealer to another. Result shows that scavenger could generate in average 244.19USD/person/month. Plastic bag makes one fourth of total average income, 61.84USD/person/month, while aluminum shares 16.29%, 39.78USD/person/month.

In overall of 607.07ton/month that total landfill scavengers could have marketed, the total income can be 73257.91USD/month. This value is remarkably high; it can be generated just only from marketing of 1.13%. Recycling MSW might be more valuable if market is well-managed and it will be even more profitable if waste is pre-separated at sources of generation.

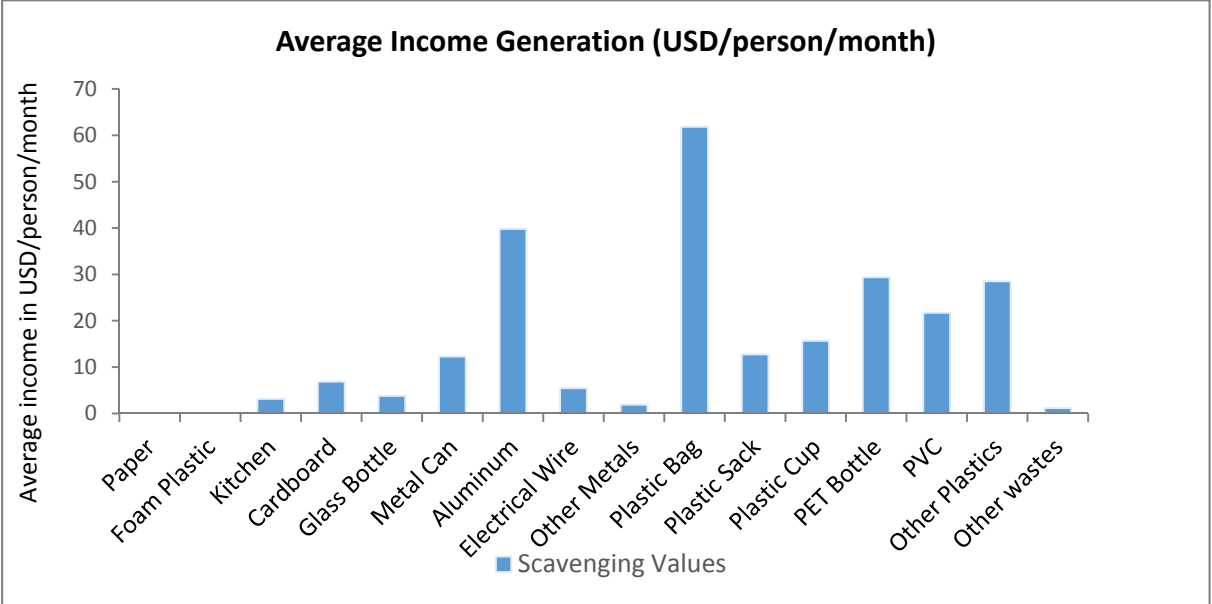


Figure 6: Average of income generation (USD/person/month) in Dangkor Landfill

VII. Conclusions

Waste to Dangkor Landfill is 53535.12tons/month or in average 1726.94tons/day. Organic, plastic and textile are respectively shares large portions in composition. Characteristically, MSW is potential for composting and recycling while combustion is also an option. Informal sector is playing important role. Landfill scavengers could recycled only 1.13% while another 20.25% of marketable manners are still dumped.

References

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

Seng, B., Kaneko, H., Hirayama, K., Hirayma, K. K., 2010. Municipal solid waste management in Phnom Penh, capital city of Cambodia. Waste Manag. & Res. 29 (5). 491-500.

Yamane, T., 1967. Statistics: An Introductory Analysis. New York: Harper & Row.

Personal Impression

The project practice is very crucial in acquiring both soft and hard knowledge. Not only in Japan, but, it would also bring the students to experience the foreign countries. Through the practice in the three levels, campus, regional and international level, I could acquire and utilize such useful theories into real practical lessons. It is complementary to lectures in the university and the research thesis preparation. Likely, the credits I received from taking this project practice is meaningful to benefit the graduation.

Moreover, I am also able to build up my personal skills as well through the practices that are very beneficial in daily life including language and communication skill. Additionally, I could strengthen my social networking among the people I get to know.

Lastly, I would appreciate the university as well as Prof. Takeshi Fujiwara and lab mates for allowing, advising and assisting in the period of this practice. It is the memorable experience.

