

【実践報告】

総合理工学科環境・生態学系における初年次教育としての自然環境保全活動 — 炭と炭焼きを教材とした初年次教育の紹介 —

橋田 祥子^{*1}・吉澤 秀二^{*2}

Environmental preservation activity in Program in Environment and Ecology as education for freshman - Introduction of the freshman education in which charcoal and carbonization are as teaching materials-

Shoko Hashida · Shuji Yoshizawa

キーワード：初年次教育、自然環境保全活動、竹、炭、アンケート調査

freshman education, green tract preservation activity, bamboo, charcoal, student questionnaire

1. はじめに

総合理工学科環境・生態学系では、初年次教育の体験教育の一環として緑地保全活動に力を入れてきた^{1)・6)}。

前期科目「理工実験実習 I」は、大学での実験や実習科目に慣れるための導入科目である。理工学部総合理工学科の6学系が提供する基礎的な実験実習を体験し、レポートの書き方も学ぶものである。環境・生態学系の学生は、入学早々4月に炭の吸着性と炭電池作製の実験を行った。

前期科目「環境基礎ゼミ」の中では、あきる野市菅生地区での森づくりやビオトープ整備のための下草刈り活動である。明星大学、あきる野市、NEC フィールドディング(株)が「自然環境保全活動に関する協定」を2011年7月13日に締結し、緑地保全活動を継続している^{7)・8)}。

後期科目「自立と体験 2」は、東京都の保全地域の一つである日野東光寺緑地保全地域をフィールドとした、竹伐採や林床植物保護のための下草刈りの活動である。この活動は東京都環境局の「東京グリーン・キャンパス・プログラム」に基づいており、明星大学、東京都、日野市が2010年9月に緑地保全活動の協定を締結した⁹⁾。このプログラムは、次世代の担い手である大学生に緑地保全活動に参加する機会を提供することで、緑の保全に対する関心の喚起や行動力の醸成を促すことを目的としている¹⁰⁾。また、伐採した竹は、高尾山日影沢自然学習施設の炭焼き窯を用いて、炭化処理を行った。

本論文においては、2015年度に行われた初年次教育における体験的活動の中で、炭を用いた各種実験、日野東光寺緑地保全地域での竹伐採や下草刈りの活動と、伐採した竹を用いた炭焼き実習を中心に報告する¹¹⁾。併せて、その教育効果を、活動前と活動後のアンケートにより検討・考察した。

^{*1} 理工学部 総合理工学科 環境・生態学系 非常勤講師
Dept. of Interdisciplinary Sci. and Engi., Program in Environment and Ecology

^{*2} 理工学部 総合理工学科 環境・生態学系 教授
Dept. of Interdisciplinary Sci. and Engi., Program in Environment and Ecology

2. 体験教育の内容

2.1 炭を用いた実験

- ・ 脱臭実験：チャック付のビニール袋に、エチルアルコールを少量添加し、手で揉んで蒸発させる。袋に竹炭粉を投入して口を閉じ、良く振る。時々振りながら、2時間程度放置する。竹炭投入前と放置後の袋の中の臭いを嗅いで、脱臭効果を確認する。
- ・ 水浄化実験：下部に脱脂綿を詰めたプラスチックシリンジに、乳鉢で微粉化した竹炭粉を入れ、上部から1000倍希釈のメチルオレンジ水溶液を流し入れる。シリンジから流出した水溶液の色を目視で観察する。
- ・ 炭電池実験：備長炭を正極、アルミニウムを負極、飽和食塩水を電解質とした電池を作成する。電流の発生をモータ回転から確認する。

2.2 緑地保全地域で竹伐採

数十年前までは、裏庭が竹林になっている農家が多く、竹は身近な材料として、カゴやザルなど日常の様々な道具や建築材料として多量に使われてきた。プラスチックや金属製の道具の発展に伴い、竹製の道具が見捨てられた結果、竹の伐採も行われなくなった。竹林を健全に保全するためには、日が差し込むように番傘を差して歩ける程度の間伐が必要だ、と昔から言われている。伐採されない竹林では竹が密集するため、竹の芽（竹の子）は竹林の外周部へ展開する。その結果、竹が裏山へ侵入し林の木々が立ち枯れし、生物の多様性が失われてしまう。この現象は西日本を中心に、日本各地で見ることができ、大きな環境問題の一つとなっている。竹が密集した雑木林域では、林床植物（カタクリ、バアソブ、キツネノカミソリ、イチリンソウ等）が成長しにくい薄暗い林となっている。緑地保全活動の目標は、竹伐採による明るい雑木林とそこに生育する貴重な林床植物を保全することである。

活動フィールドである日野東光寺緑地保全地域は、1977年に東京都では41番目の保全地域として指定され、面積は14,855㎡である¹²⁾。環境・生態学系1年54名と教員は、10月19日にモウソウチク（孟宗竹）の密集地域での間伐と下草刈りなどの緑地保全活動を体験した。この活動は、「緑地管理ボランティアの会（代表 小太刀智明氏）」のご指導により行った。図1にモウソウチクの伐採の様子を示す。この伐採は本格的なものであり、伐採の重労働を身をもって体験した。



図1. モウソウチクの伐採の様子

2.3 炭焼き実習

日本では古来、木炭を燃料として大量に利用してきた歴史がある。昭和25年には200万トンが消費されたが、都市ガスやプロパンガス、灯油の利用が増えるに従い消費量は激減し、昭和60年代・平成初期には10万トンになった。平成20年代では15万トンから20万トン程度まで漸増している。これは、炭を吸着剤や土壌改良剤などとしての使用量が増えているためである。

活動フィールドである日影沢自然学習施設（第二園地：炭焼き小屋）¹³⁾は高尾山国有林にあり、裏高尾（高尾山の北斜面）に位置しており、林野庁関東森林管理局が管理している。炭焼き実習は、「(NPO)日本エコクラブ DAIGO エコロジー村（理事 庄司和久氏、川口武文氏）」のご指導により行った。環境・生態学系1年生54名と教員は、日野東光寺緑地保全地域において伐採したモウソウチクをリサイクル処理技術の一つとして、11月4日にドラム缶窯を用いた炭化処理を体験した。また、刃物により細工して、箸や椀、皿として利用したり、炭を炊飯の燃料としてリサイクル利用できることを体験した。

炭焼き活動の目的を、以下にまとめた。

- ① 炭焼きの原理を知る。
- ② 火のおこし方、刃物の使い方を知る。
- ③ 森林への竹林の侵入による環境破壊を例にとり、その原因、影響、解決方法などを理解する。
- ④ 木質系廃棄物の炭化処理がリサイクルの一つの方法であることを知る。
- ⑤ 野外活動での班活動を通して、社会人（環境団体の方々・教員）とのコミュニケーション力を付ける。

表1に、炭焼き活動の項目・内容・ねらい等を記す。

表1. 炭焼き活動の項目・内容・ねらい等

活動項目	活動内容	ねらい等
割・窯詰め	炭材の竹を割る・窯に詰める	窯詰の原理を学習する
点火	窯に火をつける	火を起こす手順を学習する
着火・炭化観察・窯出し	窯の中止め（着火）を行い、炭化状況を観察する	炭化について学ぶ
飯盒炊飯・食器製作	飯盒での炊飯・竹で食器を作る	竹・炭の活用を体験
食事	作った竹食器で食事をする	自然素材を使った食事体験
炭焼検定初級	炭焼ふり返り問題を解く	炭焼に関する基本知識を学習する
自然観察	高尾山日影沢の豊かな植生について観察	高尾山の植生を理解する

図2に炭化や食器作りの活動の様子を示す。伐採したモウソウチクを、六つ割にしてドラム缶窯に隙間無く詰め、焚口から火を点ける作業である。火を点けるためには、最初に新聞紙に火を点け、次に小枝に火を移し、大きな木に移すことを学んだ。煙の色をみたり臭いをかぎながら、空気の流入孔を調節して炭が焼かれることを学んだ。ナタ、ノコギリ、ナイフなどの刃物の扱い方を習い、竹で食器・箸・皿を作った。刃物を使いながら、どうにか作ることが出来た。薪や炭化処理した竹炭を熱源として使い、飯盒を用いて炊飯した。ご飯と豚汁、漬物だけの質素な食事であったが、皆で美味しくいただいた。



図2. 炭焼き活動の様子

この炭焼き活動は、林野庁高尾森林ふれあい推進センターが発行する Forest 通信 2015 年 12 月号に紹介された¹⁴⁾(図 3)。



図 3. 炭焼き方有働を紹介した Forest 通信 (12 月号) の記事

3. 授業前と授業後における学生アンケートの解析結果と考察

大学での初年次教育における体験的授業の効果を明らかにするために、炭を用いた各種実験、日野東光寺緑地保全地域での竹伐採や下草刈りの活動、高尾山日影沢自然学習施設において炭焼き実習の授業前(4月20日)と授業後(11月4日)に、炭について知っている知識や経験についての学生アンケートを実施した。アンケート対象は明星大学環境・生態学系1年生54名である。アンケート内容は、「炭」に関する基礎知識や「炭」を扱った経験の有無などについての8問とし、設問を表2に示す。アンケート結果の授業前と授業後の比較を図4から図7に示す。

表 2. アンケートの質問内容

質問内容	質問内容
問 1 炭を知っているか	問 5-1 炭の原料を知っているか
問 2-1 炭を見たことがあるか	問 5-2 知っている炭の原料を教えてください
問 2-2 どこであるか	問 6-1 炭の作り方を知っているか
問 3-1 炭を触ったことがあるか	問 6-2 作り方を教えてください
問 3-2 どこであるか	問 7-1 炭が環境保全に及ぼす影響について知っているか
問 4-1 炭を使ったことがあるか	問 7-2 どのような効果があるか
問 4-2 何に使ったか	

問 1「炭を知っているか。」に対する回答は、100%の学生が炭を知っていた。

問 2「炭を見たことがあるか。どこで見えたか。」に対する回答の結果を図 4 に示す。炭を見たことがある学生は、授業前は機関車などのイメージも先行していたが、授業後は炭焼き体験や飯盒炊飯で炭を用いたこと、の印象が大きくなったと思われる。

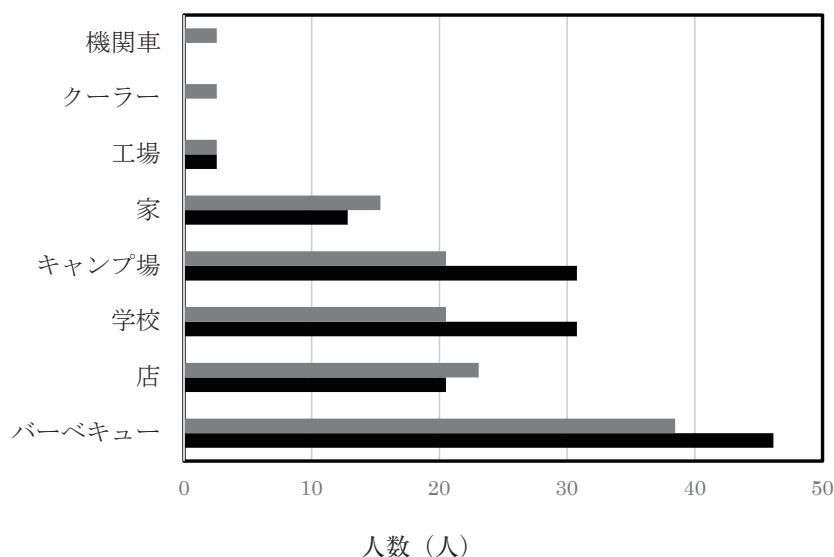


図 4. 炭を見たことがある場所と回答人数の分布

■ : 授業前、■ : 授業後

問3「炭に触ったことがあるか。どこであるか。」に対する回答の結果を図5に示す。炭に触ったことがある学生も、家やキャンプ場などでのバーベキューを行った時が多いが、授業前に比べると、授業後では炭焼き体験で直接炭に触ったことによる影響が多くなった。

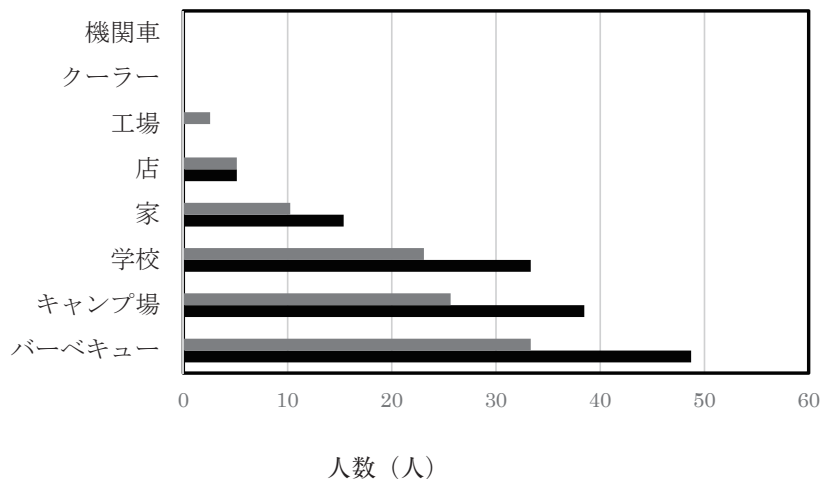


図5. 炭に触ったことがある場所と人数の分布

■ : 授業前、■ : 授業後

問4 「炭を使った事があるか。何に使ったか。」に対する回答の結果を、図6に示す。バーベキュー、炭火焼、七輪のサンマ焼など、食物の炭火焼の経験が多い。また、空気清浄、吸着、お風呂に入れる、水の浄化、脱臭消臭といった、炭の化学的性質の利用の経験があることがわかった。授業後ではキャンプや火をつける時に使う、などの知識が増えており、飯盒炊飯の際に、着火した炭を用いて薪に点火した経験が知識を増やす結果に繋がっていた。

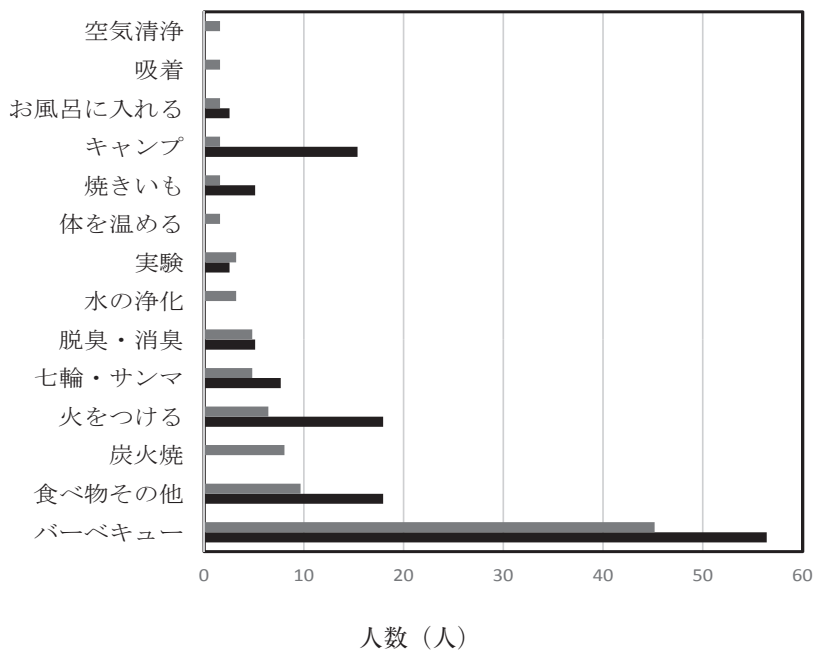


図6. 炭を使った経験と人数の分布

■ : 授業前、■ : 授業後

問5「炭の原料を知っているか。」に対する回答の結果を、図7に示す。石炭・炭素という誤答もあったが、授業後では竹・木と正しく回答した学生が増えた。

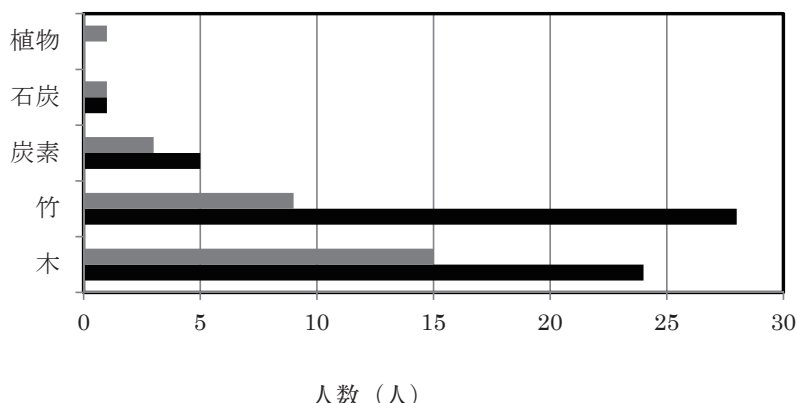


図7. 知っている炭の原料と人数の分布

■ : 授業前、■ : 授業後

問6「炭の作り方を知っているか。」に対する回答を、図8に示す。授業前には作り方を知っている学生は少なかったが、授業後には無酸素、燃やす、ともに増加した。今回の炭焼き活動では、ドラム缶窯の自然方式のため、無酸素よりも燃やすの方が多くなったと思われる。

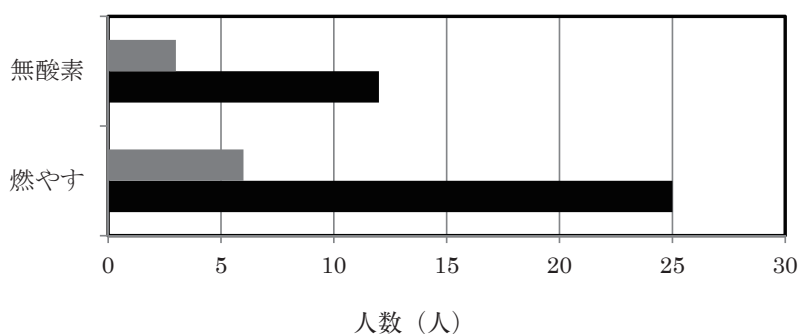


図8. 知っている炭の作り方についてと人数の分布

■ : 授業前、■ : 授業後

問7「炭が環境保全に及ぼす影響について知っているか。」に対する回答を、図9に示す。消臭・脱臭や水の浄化、CO²固定については、授業前でも多くの学生が理解していたが、授業後では更に増加した。また、授業後において、廃材利用、土壌改良、里山保全などの新たな項目が解答され、新しい知識が増えたことが明らかになった。日当たりが良くなる、という項目は、竹の伐採と下草刈りにより林床に日光が入り林床植物の生育を促す、ことを体験した結果と考えられる。竹を切ると日当たりが良くなり林床が明るくなり春には林床植物が発芽・成長できること、煙が出なくなった状況で炭化が完了すること、肥料として活用できること、吸着効果が大いこと、というまた、CO²固定、消臭脱臭効果、水の浄化に利用されるという知識も格段に増えていて、実際に炭に触れ、炭焼き体験をしたり、炭焼き活動に取り組むNPOの方々との交流により知識を増やすことができた、ことが立証された。

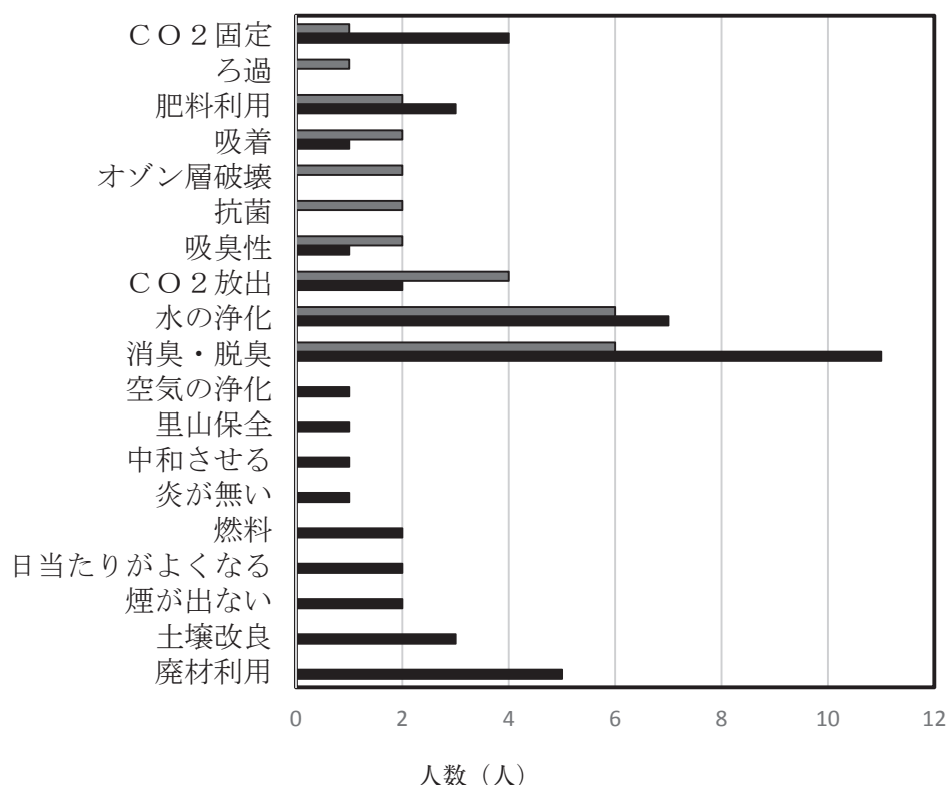


図9. 知っている炭が環境保全に及ぼす影響と人数の分布

■ : 授業前、■ : 授業後

4. おわりに

大学での初年次教育の一つとして明星大学環境・生態学系の授業「理工実験実習 I」、「環境基礎ゼミ」、「自立と体験 2」で取り組んでいる環境保全活動の中で、炭を用いた吸着実験、竹の伐採と伐採した竹を用いた炭焼き実習の体験的授業の教育的効果を明らかにするため、授業前と授業後に炭と炭焼きをに焦点を絞ったアンケートを学生に実施し、検討および考察を行った。

高校在学中には環境保全活動をほとんど経験したことがない学生が、様々な環境保全の体験と、また環境団体の方々との交流を通じ、緑環境を保全することの重要性を理解することができた。炭焼きと環境との関連を一つの切り口として、今後、学生が様々な環境問題を理解し、解決する方法を考えるきっかけになることを期待したい。

謝辞

授業科目「理工実験実習 I」、「環境基礎ゼミ」、「自立と体験 2」の中での活動は、環境・生態学系の教員と実習指導員の協力で行われました。

参考文献

- 1) 吉澤秀二、宮崎茂男、明星大学ボランティアセンターにおける環境保全活動、明星大学理工学部研究紀要、no.46, 55-58 (2010).
- 2) 吉澤秀治、吉田雅行、東京グリーン・キャンパス・プログラムによる東京都緑地保全地域での活動、明星大学理工学部研究紀要、no.47, 97-101 (2011).
- 3) 吉澤秀治、橋田祥子、環境・生態学系における初年次教育としての緑地保全活動（東京グリーン・キャンパス・プログラムにおける地域連携）、明星大学教育センター研究紀要、no.2, 29-37 (2012).
- 4) 吉澤秀治、橋田祥子、産学官連携によるあきる野市菅生の森における自然環境保全活動（あきる野市「郷土の恵の森構想」による地域の活性化）、明星大学教育センター研究紀要、no.3, 111-118 (2013).
- 5) 吉澤秀治、橋田祥子、総合理工学部環境・生態学系における初年次教育としての自然環境保全活動（学生アンケートを中心とした教育的効果の考察）、明星大学教育センター研究紀要、no.4, 83-92 (2014).
- 6) 橋田祥子、吉澤秀治、総合理工学部環境・生態学系における初年次教育としての自然環境保全活動（竹伐採と炭化処理の紹介及び教育的効果の考察）、明星大学教育センター研究紀要、no.5, 127-136 (2015).
- 7) 日本経済新聞、あきる野市自然保護で協定明星大・NEC系と、2011年7月12日.
- 8) 毎日新聞、産学官で保全あきる野森の恵みを共有財産に、2011年12月22日.
- 9) 緑のボランティア情報、東京都環境局、no.18, 2012年1月号.
- 10) 緑のボランティア情報、東京都環境局、no.17, 2010年3月号.
- 11) 橋田祥子、吉澤秀治、炭・炭焼きを教材とした大学初年次教育の一例、第13回木質炭化学会研究発表会、旭川、2015年6月4-5日.
- 12) http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/nature/natural_environment/tokyo/area/
- 13) http://www.rinya.maff.go.jp/kanto/takao/pdf/announcement_of_establishment.pdf
- 14) 炭焼き体験（ふれあい推進センター協定イベント）、Forest 通信（林野庁 関東森林管理局 高尾森林ふれあい推進センター）、No.322, p.2 (2015).