

# アブラヤシが担う未来

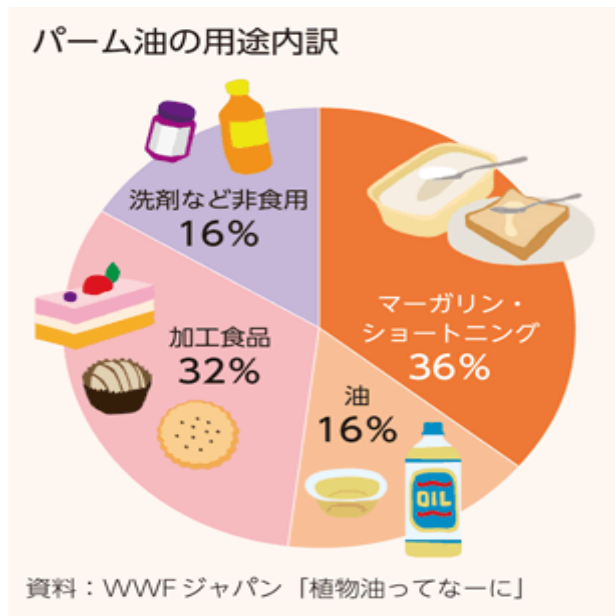
普通科人間文科コース マレーシア 資源・エネルギー問題班

末廣梨奈 平田愛海 吉野輝彩 渡辺ちはる

指導教員 上野久美子

## 1. 背景と現状

アブラヤシとはパーム油の原料となる果実である。アブラヤシの木の高さは約 15～20m ほどで、葉の長さは約 4 mほどである。1つの果房に 4 cmほどの小さな実が約 3,000 個でき、重さは 30～40 kgにもなる。パーム油の用途はさまざまで、ポテトチップスやレトルトカレー、マーガリンやショートニングなどの食品や、化粧品や洗剤、石鹸などの身近な日用品に使用されている。日本では「アブラヤシ」や「パーム油」という言葉はあまり聞きなじみがないかもしれない。その理由として、食品表示や成分表示には「パーム油」ではなく、「植物油脂」と表記されていることがあげられる。実際は、日本での知名度こそ高くはないものの、アブラヤシは需要がとて高く、わたしたちの生活を支えていると言える。

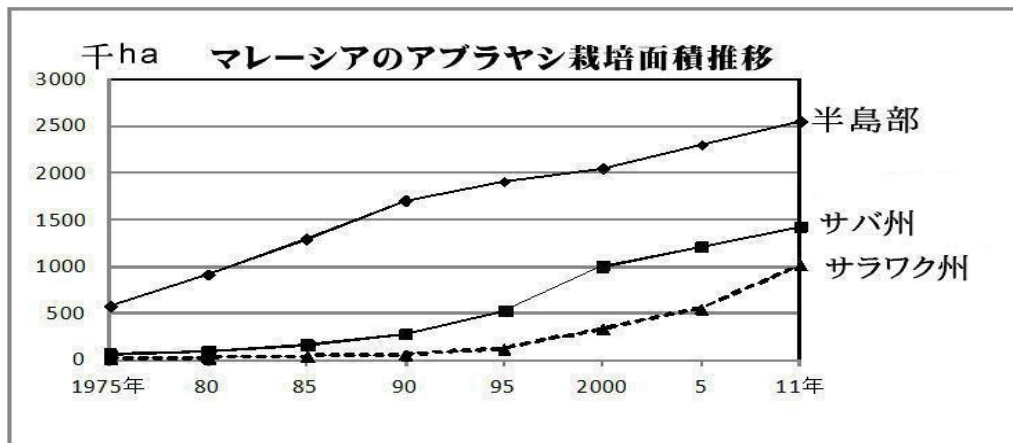


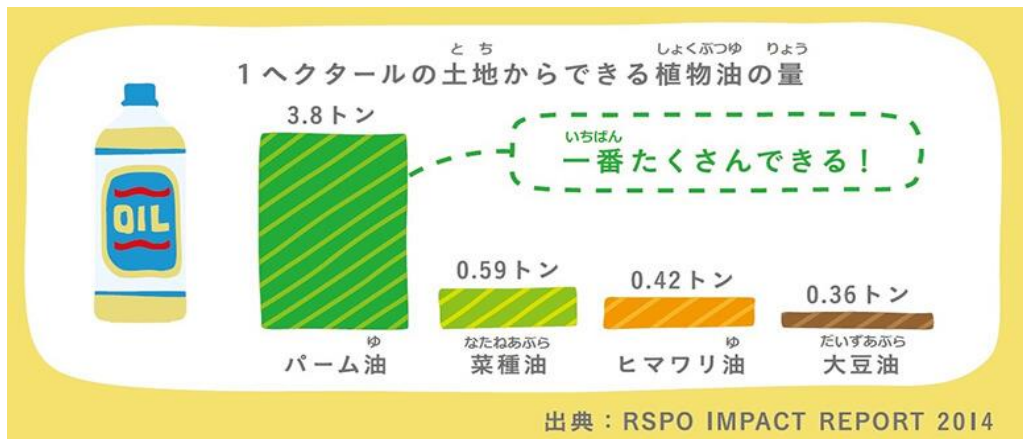
マレーシアではもともとゴム産業が盛んだったが、現在ではアブラヤシ産業がマレーシア経済を支える第一次産業となっており、世界のパーム油産業の 85%をインドネシアとマレーシアが占めている。2005 年までは、マレーシアがアブラヤシ生産量世界第 1 位であったが、2006 年からはインドネシアがマレーシアを追い抜き、マレーシアは世界第 2 位となっている。

現在、マレーシアではアブラヤシプランテーション開発による熱帯雨林や天然林の伐採が急増している。マレーシアの国土面積は約 3,300 万ヘクタールである。国土面積に占める森林面積は約 1,800 万ヘクタールで、そのうちの約 580 万ヘクタール、つまりおよそ 3

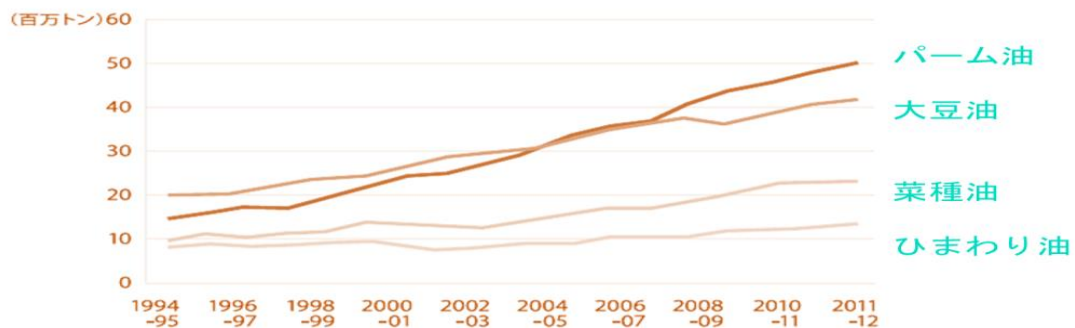
分の1がアブラヤシプランテーションとして開発されている。そのため、貴重な生態系が破壊されている。具体的な例としては、プランテーション開発が行われるようになる前から現在に至るまでにオランウータンが80%以上減っていること、搾油工場から出る廃液や搾りかすによって河川が汚染されていることが挙げられる。プランテーションが特に集中しているのはボルネオ島である。ボルネオ島の熱帯ジャングルには多種多様な動植物が生息しており、その貴重さから世界中から学者や研究者が訪れるほどである。

しかし、わたしたちはアブラヤシプランテーションを削減することは、アブラヤシプランテーションを現存させるよりも大きなデメリットを生むのではないかと考えた。この考えに至ったのはいくつか理由がある。それは、アブラヤシは1年を通して収穫できることや、世界で最も搾油量の多い植物油である(2003年に大豆油の生産量を超え、世界第1位になった)こと、他の油脂生産作物と同じ土地面積でより多くの油を産出できる(アブラヤシの1ヘクタールごとの収穫量が3.3~3.5トンであるのに対し、大豆の1ヘクタールごとの収穫量が0.3~0.46トンであるため、大豆の約10倍多く油がとれる)ことである。これらの理由を考慮すると、プランテーションを完全に削減するのは難しいと考えた。また、マレーシアはアブラヤシを年間約2,100万トン生産している。そこからできるパーム油の90%を輸出しており、その輸出総額は全体の9.2%を占め、経済の支えとなっていることから削減は難しいと言える。9.2%という数字では一見影響は少ないように見えるかもしれない。しかし、原価の安いパーム油が輸出総額のなかで9.2%を占めているということは、それだけ大量に輸出していると考えることができる。





●世界の油脂別生産量



プランテーションを削減してしまった場合、環境破壊は抑えられるが、プランテーションで働く従業員は失業や貧困に陥ってしまうことが考えられる。マレーシアの原住民や農村部に住む人々はアブラヤシプランテーションでのアブラヤシ生産やプランテーション経営で生計を立てている。都市部のように仕事の数が多くない田舎や農村部に住む人々にとっては、日常会話の中でアブラヤシの値段の話題が出るほどアブラヤシプランテーションと生活の関係は深く密接している。ただでさえアブラヤシ生産やプランテーション経営で得られる収入は多くはない状況で、アブラヤシプランテーションを削減することは、原住民や農村部に住む人々の反感を買ってしまうことは詮かである。

また、アブラヤシで得ていた収入を補えるような作物や製品を作ることができるのかという問題も発生する。それほどマレーシアではアブラヤシ産業に頼っていると見える。

加えて、マレーシアではヘイズという煙害も問題となっている。ヘイズとは、熱帯雨林や天然林を燃やすことによるプランテーションの乱開発の際に発生する煙が原因で起こる大気汚染であり、この煙は人体にも影響を及ぼしてしまう。さらに、他国にもその煙は蔓延し、周辺諸国との関係悪化に繋がっている。

これらの問題を解決するためにはプランテーションを増やさずに、効率良く利益が増やせる方法が必要だと考えた。

## 2. 仮説と提案

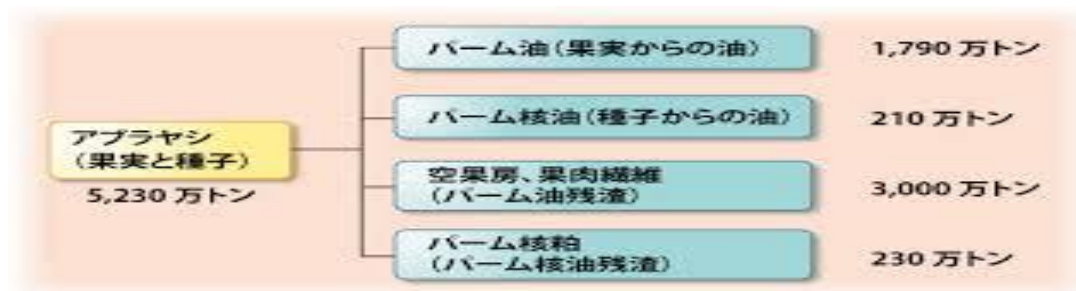
私たちは、プランテーションによる乱開発で森林伐採が急増するなかでも現状では、アブラヤシプランテーションを削減することは難しいと考えた。そのため、アブラヤシ小作農家にも注目することにした。元々マレーシアのアブラヤシ小作農家は、RSPOの持続可能パーム認定を得ていないところが多く、環境破壊の一因になっていたためである。RSPOとは、Roundtable on Sustainable Palm Oil（持続可能なパーム油のための円卓会議）の略であり、2004年にWWF（世界自然保護基金）を含む関係団体が中心となって設立された非営利組織である。また、持続可能パーム認定とは、一定の基準を満たしていることが第三者機関により確認された農園からのパーム油にマークを付けることで、市場での差別化を図っているものである。

私たちは、このRSPOの持続可能パーム認定とマレーシア小作農家に着目することで、生産効率、自然保護、農家との連携の3点を改善することができるのではないかと考えていた。また、食品会社である『KAGOME』の雇用形態を取り入れるということも考えていた。『KAGOME』は契約した農家と栽培を始める前に価格を取り決め、畑から収穫されるトマトを全量買い上げるという契約栽培を行っており、さらに種子や苗を提供して栽培方法を指導することで、農家の経営の安定化も図っている。この例を活用してもとの提案としては、マレーシアの小作農家にRSPOの持続可能パーム認定を得られるように技術指導を行い、また、RSPO連携企業がアブラヤシ生産を管理することで農家の経営の安定化を図れると考えたことから、『KAGOME』の雇用形態を小作農家にリメイクして取り入れるというものだった。この提案を取り入れることで、認証を得た農家はRSPOからの経営管理の補助が受けられることや、農家が安定した収入を得られること、正しいアブラヤシの育て方を指導することで効率の良い生産ができること、認定の基準に従って生産することで環境への悪影響を最小化できるというメリットがある。

しかし、RSPOの連携企業と小作農家が価格を決める過程で対立する可能性があることや、すべての小作農家が認定を受けられるとは限らないということ、連携企業側の負担がとて大きくなることがデメリットとなり、マレーシアの小作農家と契約する企業を複数確保することも困難であるため、この提案を実現させることは難しいと考えた。

そこで私たちは内容を変更し、アブラヤシの搾油時に出る本来は捨てられる廃棄物を有効活用すれば、プランテーションを増やさなくて済むのではないかと考えた。わたしたちが特に注目したアブラヤシの廃材は、アブラヤシからパーム油を搾油する際に発生する搾りかすと、アブラヤシの実がなくなってきたパーム古木である。アブラヤシの搾りかすは、5,230万トンのアブラヤシから230万トン発生する。また、空果房や果肉繊維も3,000万トンとれる。このことから、アブラヤシ生産量の多いジョホール・バルやサバ州、ペラ州でアブラヤシの搾りかすをバイオコークスにして、火力発電で利用することを提案する。ここでのバイオコークスとは、石炭コークスの代替として開発された新しいバイオマス固形燃料のことである。日本では、近畿大学でバイオコークスの研究が井田民男近畿大学教授（近畿大学バイオコークス研究所所長）を中心に行われており、脱化石資源、特に石炭コ

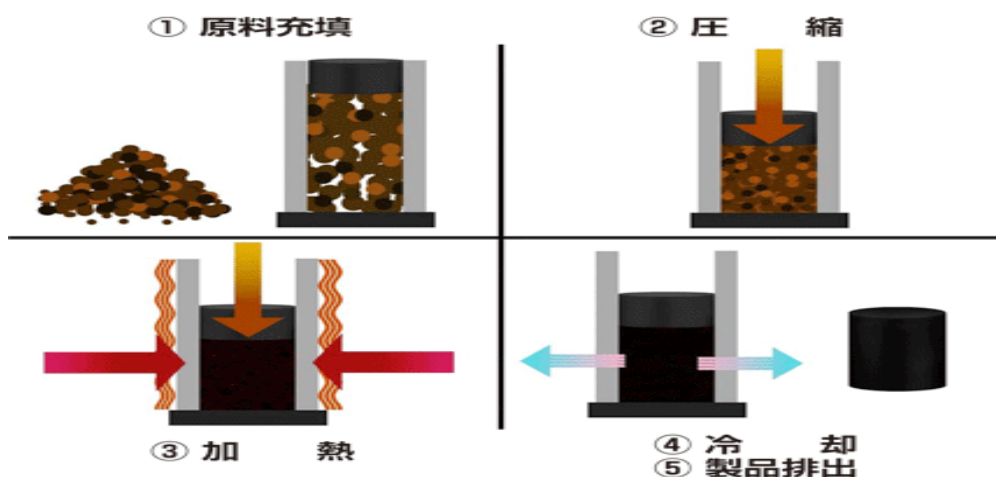
ークスの代替燃料としてバイオークスを開発した。



その実験は「バイオマスを地域資源として循環する取組みの実現可能性を検討し、将来的にごみ処理量や二酸化炭素排出量の削減を実現するだけでなく、地域資源循環モデルを"見える化"することで、市民の環境意識の醸成を図っていく」という目的のもと行われている。実験内容は、利用価値がなくなった植物由来の廃棄物などを低温・中圧で固体化、それをークスの代替物として使用し、二酸化炭素の排出を抑制するというものであり、現在ではバイオークスの製造技術の確立、加工システムに加え、燃焼させる炉やボイラーの研究も行っている。原料に関しては、お茶ガラやコーヒーかす、果物の皮といった農業廃棄物、さらには間伐材など植物性由来のものであればほとんどが利用可能であるという結果も分かっている。

バイオークスを作る過程には4つの手順がある。

まず、植物性由来の原料となるバイオマスを約 10%の水分が残るまで乾燥させる。次に乾燥させた原料を細かく粉砕し、原料を粉末する際に使う機械のシリンダーに詰め込む。その材料を圧縮する機械のピストンを使い約 16 トンの力で圧縮、その状態のまま約 180 度で加熱、最後にシリンダーから取り出し常温で冷やせば完成する。出来たバイオークスの詳細は、長さ 1 m、直径約 10 cm、重さ約 10 kgの円筒形、比重が約 1.35 である。全過程にかかる時間は、約 40 分かかる。石炭ークスを約 40%バイオークスに置き換えても、鉄を溶かす熱量と熱効率がまったく変わらないことを実証した。この実験では、二酸化炭素の排出量が 40%削減されたことも確認している。



また、「持続可能な再生可能エネルギーの創出」と「エネルギー争奪のない世界の実現」を目的として開発され、環境にやさしい(カーボンニュートラル(注1)により、実質的に二酸化炭素の排出量ゼロ)次世代エネルギーとして期待されている。しかし、バイオコークスは製造するための工場を作ることがそもそも環境破壊になるという意見や製造機器の価格の高さなどからあまり普及していないため、この提案を通して広めていきたいとも考えている。提案の詳細としては、まずアブラヤシ生産量の多いジョホール・バルやサバ州、ペラ州にバイオコークス生産工場を作り、バイオコークスを作る機械を導入して、その生産工場の従業員として働く人をアブラヤシプランテーションで働いている人たちから募集する。

アブラヤシプランテーションで働いている人をバイオコークス生産工場の従業員として募集する理由は2つある。1つは、アブラヤシプランテーションで働く人が多ければ多いほど、1人当たりの給料が安くなるからである。2つ目は、アブラヤシプランテーションでは女性も働いているため、女性にも収穫などの力仕事が要求される。バイオコークス生産は機械で行われるため、そのような女性を救うことができると考えた。以上2点がアブラヤシプランテーションで働く人からバイオコークス生産工場の従業員を募集する理由である。

次に、生産量の多い地域のプランテーションからアブラヤシの搾りかすや切り倒されて放置されたままの古木をトラックで生産工場まで運び、バイオコークスを生産する。また、搾りかすや古木をトラックで輸送する際に排出される二酸化炭素を少しでも削減するために、各地のアブラヤシ搾油工場から直接バイオコークス生産工場に輸送するのではなく、一度一か所のアブラヤシ搾油工場に集め、そこからバイオコークス生産工場に輸送する。最後に、マレーシアで製造したバイオコークスを日本にも輸入する。

マレーシアは、日本よりバイオマス燃料が豊富であることや、人件費が安いことからバイオコークスを安く生産することができる。マレーシアから日本への輸送費を含めても、日本でバイオコークスを生産するより安く入手することができる。このことから、マレーシアで生産したバイオコークスを日本に輸入することで、バイオコークスを安く入手でき、そのバイオコークスを日本での研究や日本の火力発電に取り入れることができると考えた。火力発電にバイオコークスを導入することで、有限なエネルギーである石炭や石油などの化石燃料の消費を抑えることができ、二酸化炭素の排出量を削減できるため、環境保全につながる。

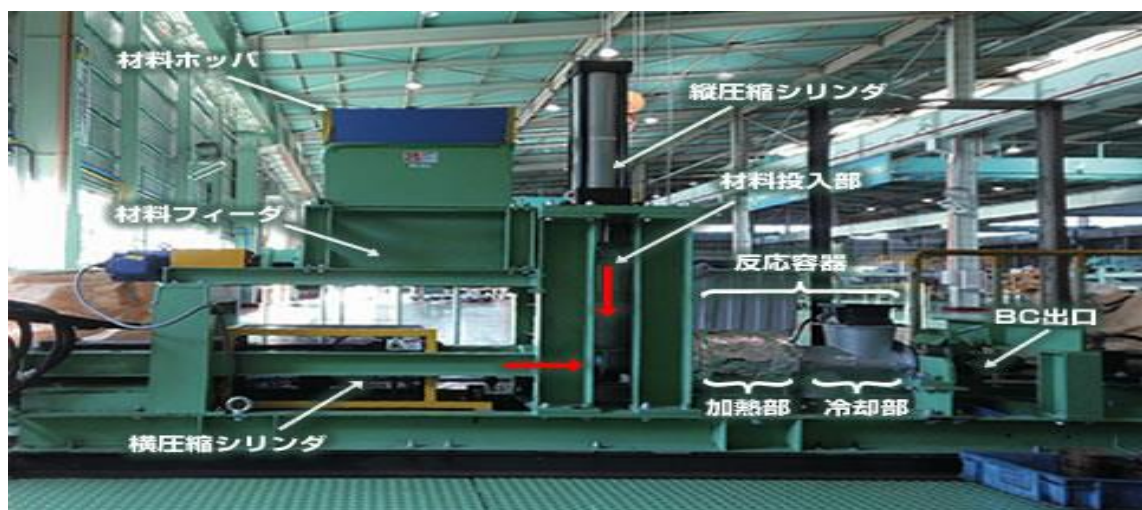
(注1)バイオマスは燃焼すると当然、二酸化炭素を排出するが、もともとその二酸化炭素は植物などが成長する過程で大気中から吸収したものであり、トータルとして二酸化炭素の量は変化しないという考え方のことである。

### 3. 検証

メリットとしては、コスト面では搾りかすや古木などを廃棄するコストを削減できること、さらにそこから収入を得られることが挙げられる。また、マレーシア産の安いバイオ

コークスを日本に輸入するので研究や企業が使うバイオコークスのコストを抑えられるという点が挙げられる。また環境面では、二酸化炭素排出量が実質ゼロのバイオコークスを火力発電に導入することで石炭を使う場合より二酸化炭素排出量の削減も可能となる。また、プランテーションに放置されたパーム古木を撤去して有効活用するので、現在あるプランテーションを再利用することで、新しく土地開発をする必要がなくなり、環境破壊を抑えられる。加えて、プランテーションに放置された搾りかすから出るメタンガスも削減することができる。

デメリットとしては、バイオコークス生産工場を建てるための土地の確保やバイオコークス生産用の機械の導入にかかる費用の捻出が難しいこと、バイオコークス生産に関する知識や技術が不十分であることが挙げられる。



↑ バイオコークス製造機

デメリットの解決策として、私たちはサバ州・サラワク州で行われている「バイオマス産業開発計画」に着目した。これは 2016 年 2 月にマレーシア政府が開始したものであり、バイオマス産業が進展することによって、マレーシア政府目標の「化石燃料への依存度を軽減し、世界経済が不安定な時にあっても、2020 年までに先進国入りを果たす」ことを達成することにも貢献するとして進められている計画である。この計画に私たちの提案が取り入れられれば、バイオコークス生産工場を建てるための土地や費用の確保が可能になる。そして、サバ州・サラワク州での試行が成功し、認められれば、マレーシア全土にこの計画を広めることができる。

バイオコークスの知識・技術不足の問題は、日本から技術者を派遣することで解決できると考えている。日本からの技術者の派遣には、日本側にもメリットが生まれる。それは、マレーシアはバイオマス燃料が豊富であるため、アブラヤシの搾りかすや古木だけでなく、その他のさまざまなバイオマス資源でバイオコークスの生産が可能かどうかを実験することができることである。また、マレーシアからバイオコークスを日本だけでなく、火力発電が電力供給の中心である国に輸出することで、日本やマレーシアだけでなく世界中にバ

イオコクスを広めることができる。そしてそれは二酸化炭素の排出量を大きく削減し、地球温暖化の抑制に加えて、さまざまな環境破壊問題の抑制につながる。

この提案を取り入れなかった場合、火力発電が発電の中心となり二酸化炭素排出量が増加すると予想され、その排出を抑えるために原子力発電を増やして危険を伴う可能性がある。また、搾りかすの廃棄や古木の放置によって新しいプランテーションが乱開発され、生態系だけでなく先住民の住む土地にまで被害が及んでしまい、政府と先住民の対立が起こりうると思われる。さらに、アブラヤシ本体の単価は安いうえに搾りかす廃棄のためのコストもかかることから、プランテーション従業員に対して人件費が削減され貧困に陥る可能性もある。

#### 4. 結論

アブラヤシ搾油時に出る搾りかすや実のなくなったパーム古木をバイオコクスにすることで、搾りかすを廃棄する際にかかるコストの削減や新たなアブラヤシを育てるための土地の確保が可能となる。

また、日本のバイオコクスは1トンあたり4～5万円であるのに対し、マレーシアでは、1トン当たり1万円で生産することができる。輸送費などを含めても1トンあたり2～3万円で輸入ができることから、マレーシア産のバイオコクスを日本へ輸入すると、日本で作るよりも安価に入手できる。

さらに、マレーシア経済の収入増加が見込まれる。日本のバイオコクス生産の知識を生かしてマレーシアでバイオコクスを生産し、マレーシアで作ったバイオコクスを世界各地に発信することで、マレーシアには多大な利益が生まれる。そして利益はマレーシアだけでなく、日本にも生まれる。それは、マレーシア産のバイオコクスが世界各地に認知されることによって、日本のバイオコクス生産の技術も世界各地に認知されるからである。日本のバイオコクス生産の技術が世界各地に認知されることで、日本の技術は世界各地から必要とされる。

そして、作ったバイオコクスを火力発電所に導入することで、二酸化炭素排出を抑え地球温暖化の抑制へとつながる。バイオコクスを世界中に発信できれば、バイオコクスは地球温暖化の抑制に大きく貢献できるだろう。二酸化炭素の削減は、地球温暖化の抑制だけでなく、酸性雨の抑制など、地球規模でのさまざまな環境問題の抑制につながる。また、バイオコクスを現在火力発電に使われている石炭や石油などの化石燃料の代替燃料として火力発電に導入することは、有限な資源の消費を抑えることにもつながる。

この提案を取り入れると、マレーシアと日本双方で利益が出ることが期待でき、マレーシアと日本の結びつきも強固なものになるのではないかと考える。また、世界中に発信していくことができれば、日本・マレーシアだけにとどまらず、たくさんの国を救い、利益を生み出すことができる。アブラヤシは、アブラヤシプランテーション拡大による生態系や環境の破壊を促進してしまうため、マイナスな存在としてとらえられがちである。しかし、見方を少し変えるだけで、大きな利益を生み出し、さらには環境を守る存在である



と知ることができる。アブラヤシをマイナスな存在としてとらえるのではなく、アブラヤシを生かしていくという考え方がマレーシアと日本をよりより良い未来へ導く第一歩となるはずだ。そして、その一歩は日本・マレーシアだけでなく、世界中に利益を生み出し、環境を守っていく大きな一歩となり、地球全体をよりよい未来へ導いてくれるだろう。

## 5. 今後の課題

今後の課題は、バイオコクス生産工場をどのくらいの規模にするのか、アブラヤシの搾油工場からバイオコクスの生産工場までの輸送ルートをどうするのか、バイオコクス生産工場での従業員・土地の確保や機械にかかる費用の捻出、より多くの国にバイオコクスを利用してもらうにはどうしたらいいのかという4点である。

そもそも、この提案がサバ州・サラワク州でのバイオマス産業開発計画で認められなければ資金を確保できず、実現する可能性は低くなる。その点からも、バイオコクスの売り込みは重要になってくるため、宣伝の工夫をすることが必要になる。また、土地の確保や機械に関しても詳しい費用は判明していないため今後も調査を進めていきたい。

## 出典

- 『みるみるわかる Energy』-カーボンニュートラルとは
- 『パーム油産業からの廃棄物利用が進むマレーシア』
- 『アジア fruit&stories 1』
- 『アブラヤシのプランテーションを持続可能にするために』
- 『いのちをつなぐ SARAYA』-RSPO 認証
- 『マレーシアのパーム油産業の歴史と現状について』
- 『パーム油の問題点』-パーム油調達ガイド
- 『パーム油の利用と生産』
- 『マレーシアの農業・農業政策』-農林水産省
- 『熱帯雨林破壊を先導するアブラヤシ農園の拡大』
- 『バイオコクス』-Wikipedia
- 『バイオコクスの研究と未来』 その1～その4
- 『石炭代用が期待されるバイオコクスって何?』
- 『バイオマス利用設備』-バイオコクス製造装置