

学年テーマ	グループテーマ	個別リサーチテーマ
自然との共生	メタンと地球温暖化の関係	メタンから水素を生成するメリットとデメリット

リサーチ内容

・ 初めにメタン・水素とは

- ・メタンは1つの炭素と4つの水素でできている。現在都市ガスの90%以上はメタンである。
- ・水素は燃えると水を生じる元素である。水素と空気の混合気体の場合、水素が4%~75%ならば**僅かな熱**で爆発する。

・ メタンをエネルギーとして直接利用せず、水素を生成してから利用する理由

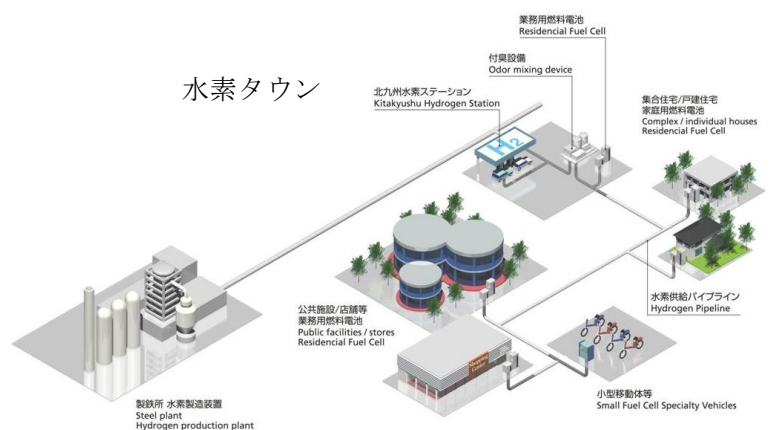
まず水素生成方には主に2種類ある。1つは水蒸気改質法でこれは起動するまでに20分から1時間かかり且つ、吸熱反応のため常に大量の熱を供給しなくてはならない。もう1つは部分酸化改質法でこちらは発熱反応のため早くに起動することができる。しかしどちらもメタンと水蒸気や酸素を反応させるため**危険が伴う**。

・ なぜ危険でも水素生成を行うのか。

それにはこれから再生可能エネルギーの中でも水素の需要が高まっているからである。1つ目は『power to gas』である。これは主にデンマーク、ドイツ、アメリカで行われている再生可能電力から水素を生成する技術であり、デンマークでは風力発電による余剰電力で水素を生成し、燃料電池などに利用されている。地球温暖化防止の観点から世界で風力、太陽光発電の増加とともに利用が広がっている。日本では『power to gas』を利用し、水素スタンドでの**自動車向けの供給**が考えられているが**現在あまり普及していない**。

・ 日本において水素をエネルギーとして利用することはできないのか。

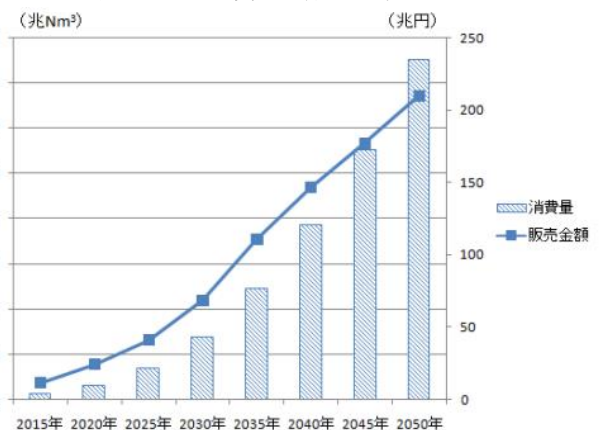
『power to gas』という形ではないが現在少しずつ利用され始めている。全国的に普及され始めているのは、水素ステーションである。首都圏では37ヶ所、中京、関西、九州圏では各10ヶ所を超えている。しかし北海道、東北、北陸にはまだ設置されていない。水素ステーションの特徴としては**低コスト、コンパクト、製造・貯蔵の効率の良さ**という3つの点があげられる。約1日で設置でき、設置面積も約7.8㎡となっている。1日で製造できる水素の量は1.5kgで18kg貯蔵することができる。18kgの水素で燃料電池自動車4.5台分の量である。北九州では**水素タウン**を作り、製造した水素をパイプラインで博物館、ホームセンター、水素ステーション、一般家庭への純水素型燃料電池として本格的に利用する取り組みをしている。コミュニティレベルでは**世界初**の取り組みとなっている。



・ なぜ水素社会がこれから必要とされるのか

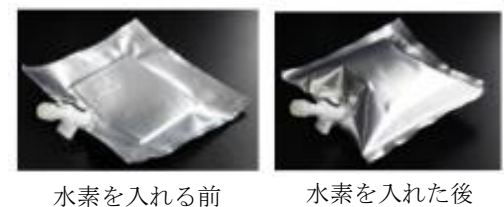
その理由は3つある。1つ目は**エネルギー供給源の多様化**である。木質バイオマス、水や化石燃料からも水素が生成できるためである。2つ目は**自然保護**である。水素エネルギーを利用したのち排出されるのは地球温暖化で問題となっている二酸化炭素などの排気ガスではなく、水だけであるからである。3つ目は**経済普及効果**が高いという点である。

水素における消費量と販売金額



・ 水素の危険性

初めの部分で先述した通り水素の**爆発性は非常に高い**ものとなっている。そのため2001年にアメリカで高圧ガスタンクに入れた水素を運搬中に大爆発とまではいかなかったものの危うく大事故になりかけた事故例があった。水素は超高压にしても簡単には液化しないため今までは、高圧のガスタンクの使用、水素を吸収する性質のある金属の使用、他の物質に変換してから液化した状態で運ぶ方法があった。金属から完全に水素を取り出すことができず、他の物質に変換するためにとっても高価な設備が必要となっていた。これを受け早稲田大学では水素を貯めている状態で触れることができ、**安全でコンパクトな水素運搬プラスチック**を開発した。



リサーチ結果に基づく自分の考え・今後の課題

- ・ 自分の考え メタンを直接利用せず、水素に変換してから利用するのは運搬においてもエネルギー効率においてもとても効率が良いことだと思う。しかし今までは事故例が小さく少なかったが、これから多く利用するにあたり事故増加が危険視されると考えられる。今回調べてみて初めて北九州での水素タウンの活動を知った。この活動を広く発信し、多くの人に知ってもらうことで今後より多くの地域で利用していくことがエネルギー枯渇問題を解決する一つの手段であると考えます。
- ・ 今後の課題 水素を生成するときに伴う安全性の確保及び、水素スタンドと燃料電池自動車の相互の普及。power to gasにおいては、再生可能エネルギー自体のコストが高いため、これで作った水素が高価になる点。

参考資料 (書名、著者・編者名、発行所、出版年 または webサイトタイトル、URL、閲覧年月日)

デトロイトトーマツコンサルティング パワーポイント/TGE パワーポイント/海洋エネルギー資源開発促進日本海連合/都市ガスから水素を作る 高村 仁/ニュートン 2015年2月号 2016年11月号/日立 hp/北海道 hp/火力発電と化石燃料の未来形 橋川 武郎/メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム/早稲田大学 hp/http://www.japanfs.org/ja/news/archives/news\_id030825.html http://www.nikkei.com/article/DGXNASFK1500E\_V11C13A0000000/

# G I 探究報告書

高2年 SS クラス 番 氏名 K.C

## 【メインテーマ】

自然との共生

## 【サブテーマ】

メタンガスと地球温暖化の関係

## 【探究テーマ】

バイオガス発電はなぜ環境に優しいといえるのか

## 【探究内容】

### 1. はじめに

84.6。この数字が表すものは何なのだろうか。これは日本における発電電力量別に見た火力発電の占める割合である。火力発電は、日本の約85%もの電力を賄っているのだ。しかし、知っての通り、火力発電は今世界で深刻な環境問題となっている地球温暖化の要因の一つ、二酸化炭素濃度の上昇を後押しする大きな原因の一つだ。そこで、この火力発電に変わる新たな発電方法として、バイオガス発電を提案する。このバイオガス発電は空気中の二酸化炭素濃度を増やさない点において、地球温暖化を食い止めるのに大きく貢献することができる発電法だ。しかし今現在の日本ではバイオガス発電はあまり普及しておらず、その知名度もわずかなものである。バイオガス発電のメカニズムや他の発電と比べてどのようなメリットがあるのか、また日本で普及していくための課題と解決に必要なことを明らかにしていく。

### 2. バイオガス発電とは

#### ① バイオマスとバイオガス

生物に由来した有機資源のことを指す。生ごみや家畜糞尿などの廃棄物系バイオマス、草、稲わらやもみがら、林産資源などの未利用バイオマス、トウモロコシなどの農産資源、サトウキビなどの糖質資源、菜種や大豆などの油脂資源などの資源作物の三種類がある。石油や石炭も長い目で見れば生物由来であるが、資源となるまでの年月が長すぎるのでバイオマスとは呼ばない。

また、このバイオマスを無酸素状態に置き発酵させる(嫌気性発酵させる)ことで微生物の働きによって発生するガスをバイオガスという。

#### ② バイオガス発電について

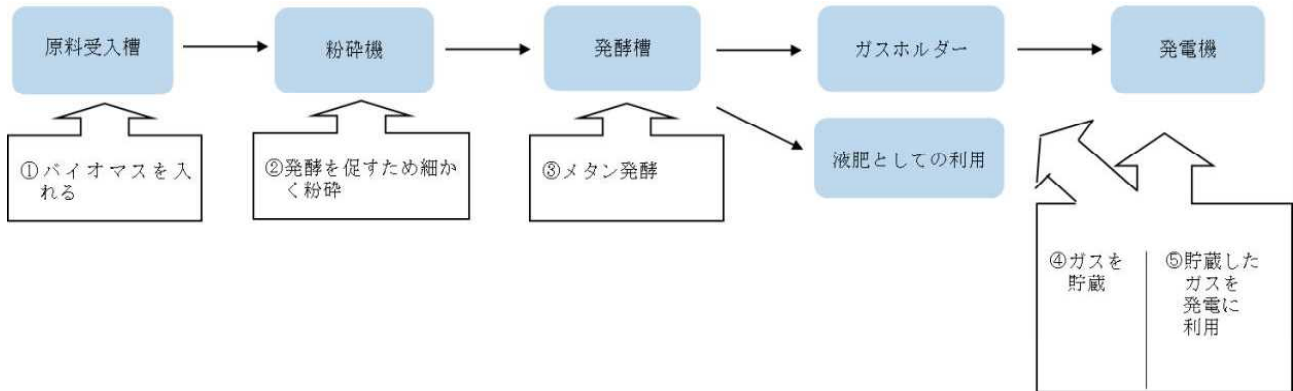
前述したバイオガスを燃焼させ、発生した熱により発電機のタービンを回す発電方法をバイオガス発電という。

発生したバイオガスの6割がメタン、4割が二酸化炭素である。しかし発生した当初のガスには硫黄なども交じっているため、使用する際にはそれらを取り除いてから使う。廃棄物系バイオマスなどの水を多量に含んだバイオマスを無酸素状態に置くことで微生物の力によってバイオガスを発生させることができる。この発酵過程は、メタン発酵や嫌気性消化、バイオガス化といった名前と呼ばれている。発酵の際に使用するバイオマスは前述したとおり廃棄系バイオマスが多い。そのわけは、廃棄系バイオマスのように水分を多量に含む有機資源のほうが比較的微生物の働きを邪魔せず、バイオガス化が滞りなく進むからである。植物系バイオマスなどは含んでいる水分量が廃棄系バイオマスに比べて少な

く、また細胞壁が強固であることから微生物が分解しづらい構造を持っているため、発酵からガス発生までに時間がたくさんかかってしまう。よってこれら植物系はアルコール発酵などを経てエタノールなどに利用されることが多い。

### ③ バイオガスプラントについて

バイオマス資源をバイオガスに変える施設のことをバイオガスプラントという。



構造は主に上の図のようにになっていることが多い。図中にある、発酵槽でのメタン発酵から生じた液肥は、バイオマスをメタン発酵させたときに出る余剰液で、消化液と呼ばれ、液体状の安全で栄養価の高い肥料として利用することができる。また、発電機によって電気と熱をどちらも供給する熱電併給設備を搭載しているところもある。

## 3. 他の発電と比べたバイオガス発電のメリットとデメリット

### ① メリット

比較対象には、日本で最も多く取られている火力発電、バイオ燃料を使った発電以外で代表的な再生可能エネルギーである太陽光・風・水力発電(以下この三つはまとめて話すこととする)、また再生可能エネルギーの一つではあり、バイオガス発電と似ていて、バイオガス発電よりも知名度が高いバイオマス発電を置く。

	バイオガス発電	火力発電	太陽光・風・水力発電	バイオマス発電
供給の安定	とても安定している	安定しているが将来が不安	あまり安定していない	とても安定している
発電の調節	できる	できる	あまりできない	できる
CO2濃度への影響	ほとんどない	とても多い	ない	ほとんどない
エネルギー自給率	とてもよい	悪い	とてもよい	とてもよい

まず再生可能エネルギーを使った火力発電以外の発電方法と火力発電を比べると、再生可能エネルギーのほうがまず明らかに地球温暖化への影響が少ない。この時、バイオマス・バイオガス発電はカーボンニュートラルという考え方に基づいている。このカーボンニュートラルとは、植物など、生物由来の資源であるバイオマスを燃料として使うことで、燃やすことにより出る二酸化炭素の分を、植物が光合成によって吸い取ることで、大気中の二酸化炭素量は結果的に増えないというものだ。バイオガス発電の場合は、家畜の糞尿のもととなる飼料が植物であることからカーボンニュートラルが発生する。また、エネルギーの自給が再生可能エネルギーのほうが容易である。理由は、太陽光・風



・水力発電とバイオマス・バイオガス発電の動力源は、つまり太陽光や風、水、バイオマスは、常に私たちの身の回りにあるもののため、わざわざ原料を運搬するまでもなく、自給することができるからである。また、自然由来でなおかつ常に供給状態にあるこれら資源は、枯渇の心配もほとんどしなくてよい。反対に、化石燃料を多く使う火力発電は今現在燃料のほとんどを他国に依存している状態だ。今現在日本のエネルギー自給率は6%。火力発電に変わって再生可能エネルギーによる発電が主流となっていけば、国のエネルギー自給率は格段に上がるといえる。

このように、エネルギー供給の面においても地球温暖化対策にしても、再生可能エネルギーは有用である。特に生物由来のバイオガス・バイオマス発電においては供給が安定しているため、その都度発電量を細かく調節できる。

しかし、メリットの中で、すべての項目で同じ結果を出すバイオガス発電とバイオマス発電はあまり違いがないようにも見える。この二つの違いとは何か。

主なバイオガス発電特有のメリットとして、以下の三つがあげられる。

1. 臭いを大幅に緩和
2. 空気中にメタンガスが広がることを防ぐ
3. 消化液による肥料コスト削減

1について、廃棄物系バイオマスは、その悪臭から、特に農家の場合は苦情で悩むことも多い。しかし、この発電を行う際に、メタン発酵時に密閉空間に入れられることによって、外に臭いが漏れなくなる。また、発酵時に発生する消化液も臭いが大幅に緩和される。バイオマスをそのまま堆肥として使う時と比べ、臭いを大幅に緩和することができる。

2について、廃棄物系バイオマスを空気中にさらしておく、メタンガスという温室効果ガスを出す。このガスは空気中にある割合は少ないものの、二酸化炭素の25倍以上の温室効果機能を持っている。よってこれらを放置しておくことにより増えるメタンガスをなくすことができる。

3について、バイオガスを発生させる際に出るこの液は、安全で栄養価が高い肥料として使うことができる、メタン発酵の副産物である。これを肥料として用いた場合、化学肥料などの使用を軽減できるため、コストの削減が見込める。これらのメリットから、特に畜産農家から注目を浴びている発電である。

## ② デメリット

### 1. 初期投資費用がとても高い

揃えなければいけない設備が多くあるので、初期投資費用はその分大きくなる。よって建設の際には補助金を利用する。

### 2. 大きな敷地面積がなければならない

プラントの建設に加え、発生する消化液を貯蓄する場所を確保しなければならない。よって大きな敷地面積を必要とする。

### 3. 消化液の液肥としての処理が難しい

生成量が多いので、小規模な場所で液肥として処理しきれなくなる恐れがある。また散布が困難であり、液肥を運ぶとしても運搬が大変である。

## 4. 消フィールドワークでの発見や見えてきた課題

### ① 消化液の、液肥利用以外の活用法-小林牧場

液分を液肥として使うが、そのほかにメタン発酵によって処理しきれなかった固形分を堆積させ、かき混ぜることで、再生敷料を作ることにもできる。訪れた小林牧場ではそれらを牛の敷料として使っていた。よって敷料自体のコスト削減もできる。

## ② 初期投資の回収-小林牧場

一般的に牛を200頭以上飼っていたら、投資は回収することができるといわれている。小林牧場では300頭以上の牛を飼育しており、消化液によるコスト削減や売電の売り上げなどで、およそ6年で初期投資の回収ができたとおっしゃっていた。

## ③ 町全体でのバイオガス事業-鹿追町環境保全センター

訪れた先の鹿追町は、「鹿追町環境保全センター」を拠点にして町単位での大規模なバイオガス発電を行っている。町内の複数の小規模農家と提携しているこのセンターは、その各農家から糞尿などの廃棄物系バイオマスを集め、一気にメタン発酵、発電を行う。

このように、町単位でバイオガス発電を行い一つの大規模農家と同じ仕組みをとることで、大きな敷地面積の確保や液肥としての消化液利用など、小規模農家では対応しきれない問題を解決することができる。

## ④ 送電設備の不足-小林牧場

いま日本は、都心から遠ければ遠いほど送電線が細くなり、送ることができる電力の量も限られてしまう。よって、もし、地方のほうでバイオガス発電を始めるならば、送電線を自費で太くしなければいけない。そうすればコストが格段に高くなると小林牧場の方はおっしゃっていた。この送電線の問題は、再生可能エネルギーの普及において、問題となっていることのうちの一つであり、送電線への接続は難しいこととされている。

## 5. 探究をした上でのテーマに対する結論

探究していく中で、バイオガス発電のメリット・デメリットを他の発電と比較しながら見出してきた。それらの調べの中で、探究テーマである「バイオガス発電はなぜ環境に優しいといえるのか」に対して、その理由は今、地球上で深刻な環境問題となっている地球温暖化を食い止めることができるからであると考えられる。この発電は主に二つの点からこの環境問題に対してアプローチしている。

第一に、バイオマスは生物資源であるため、カーボンニュートラルである。今日本で最も盛んな火力発電は、燃料に化石燃料を使う。これらの化石燃料を使う発電方法はカーボンニュートラルではないので、空気中の二酸化炭素量は増え行く一方である。しかし、バイオガス発電の場合は燃料に化石燃料ではなくバイオガスを使う。このバイオガスの発生源であるバイオマスの中でも、主に使われているのが廃棄物系バイオマス、特に家畜の糞尿などのバイオマスである。家畜が食べた植物性の飼料が元であるこのバイオマスを燃やして二酸化炭素が発生しても、その分を栽培している飼料用の作物が吸着するため、空気中の二酸化炭素は増えない。

第二に、空気中にメタンガスを広げないという点があげられる。有機ごみを空気中にさらしておくことにより自然に発生するメタンガスを、バイオガス発電を行うことによって削減できる。また、バイオガスを発生させるメタン発酵の段階でも、完全に密閉した空間で行うため、メタンガスを外に散布させることがない。

しかし、この発電を普及させるにはまだ課題がある。それらの課題を見出した理由を解決策の一案と共に以下に記す。

### 【見出した課題とその理由】

今回の調べで、バイオガス発電を普及させるうえでの課題は、

①小規模な農家はバイオガス発電をすることが困難

②中心都市から離れた場所でバイオガス発電を行うのに限界がある

であると、上のデメリットおよびフィールドワーク先での発見・課題から感じた。バイオガス発電は消化液を得られるなどの特性から、農業を営んでいる方々にとってとても相性のいい発電であると私は感じる。しかし、バイオガス発電を行うには、プラント建設、液

肥の貯蓄場所に加え牛の飼育場所など、とにかく広大な面積が必要になるため、実質小規模な農家では運営がかなり困難である。また、小林牧場の方からお聞きしたことで、送電線の不足も解決すべき課題の一つであると感じた。通常、都心に近い場所で酪農を行っている農家は、臭いなどの問題からあまりいない。多くは中心から離れた郊外で農家を営んでいる。それにもかかわらず、送電線が細く、電気の受け渡しに限界があるということは、これを解決しない限り、多くの農家がバイオガス発電の開始に踏み切りづらいのではと思った。

#### 【課題解決策】

小規模農家の救済の策としては、一つは、フィールドワーク先の鹿追町のように、市町村ごとなど、大きい規模でグループを作り、範囲内の小規模農家のバイオマスを一カ所のプラントに集め、そこで、発生した消化液を農家に還元するのがよい。小規模農家からしてみれば、プラントの建設費用・運用費用を抑えられるうえ、肥料として安全な消化液を利用できるので、メリットが大きい。そしてなにより、団体単位でバイオガス発電を行うことで、その団体が一つの大規模農場としての機能を果たすこととなり、それによって小規模な農家が自分の敷地内にプラントを立てずとも発電に踏み切ることができるのではないかと考える。

地方農家のバイオガス発電を促進するには、送電線の充実が不可欠であるが、しかし、問題の解決は容易ではない。送電線の容量には限りがあり、現在火力発電や原子力発電が占めていて、再生可能エネルギーが入る余地がほとんどない。よって、この問題を解決するには、先ず、日本が再生可能エネルギーにもっと価値を見出し、火力や原子力発電から少しずつでも再生可能エネルギーの発電に変換していくことが地方でのバイオガス発電普及につながると感じた。

#### 【下級生への引継事項】

鹿追町のほかに、大規模な範囲でバイオガス事業をやっている場所はあるか調べる

#### 【参考図書・URL】

トコトンやさしいバイオガスの本－澤山茂樹著

<http://www.aquas-biogas.jp/about/merit.html>－Aquas株式会社Aquas

<http://蓄電池.net/kinds/fire.html>蓄電池.net

[http://www.tokyo-gas.co.jp/kids/genzai/g4\\_2.html](http://www.tokyo-gas.co.jp/kids/genzai/g4_2.html)東京ガス

<http://www.chikusan-kankyo.jp/osuiss/kiso/0043.htm>畜産環境技術研究所

<http://www.geocities.jp/lions7322/contents1.htm>東京工学研究所

[http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving\\_and\\_new/saiene/renewable/family/index.html](http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/renewable/family/index.html)経済産業省-なっとく！再生可能エネルギー

[http://kbf.sub.jp/biomass/what\\_biomass.html](http://kbf.sub.jp/biomass/what_biomass.html) NPO法人九州バイオマスフォーラム

[http://www.chuden.co.jp/energy/ene\\_energy/newene/ene\\_about/sun/index.html](http://www.chuden.co.jp/energy/ene_energy/newene/ene_about/sun/index.html)中部電力-再生可能エネルギーとは

<https://blog.eco-megane.jp/%e3%81%aa%e3%81%9c%e9%80%81%e9%9b%bb%e7%b6%b2%e3%82%92%e3%81%a9%e3%82%93%e3%81%a9%e3%82%93%e5%a2%97%e3%82%84%e3%81%95%e3%81%aa%e3%81%84%e3%81%ae%e3%81%8b%ef%bc%9f/>

<http://docomo-camera.jp/2014/03/post-30.html> 送電網の課題

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/seikasenshu/2015/documents/p32-33.pdf> 森林総合研究所

<https://www.town.shikaoui.lg.jp/work/biogasplant/tokucho/>鹿追町(画像)

# G I 探究報告書

高 2 年 SS クラス 番 氏名 T.M

## 【メインテーマ】

自然との共生

## 【サブテーマ】

メタン

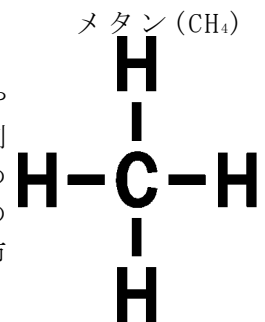
## 【探究テーマ】

メタンから水素を生成するメリットとデメリット

## 【探究内容】

### ・はじめに水素・メタンとは

水素は燃えると水のみを生じる気体である。燃えても二酸化炭素や温室効果ガスを排出しない。水素と空気の混合気体の場合、水素の割合が4～75%ならば僅かな熱で爆発する。しかし、原子量が小さいため体積あたりのエネルギーはメタンの1/3 となっている。メタンは1つの炭素 (C) と4つの水素 (H) でできている気体のことである。現在都市ガスの約90%はメタンガスである。



### ・メタンをエネルギーとして直接利用せず、水素を生成してから利用し始めている理由

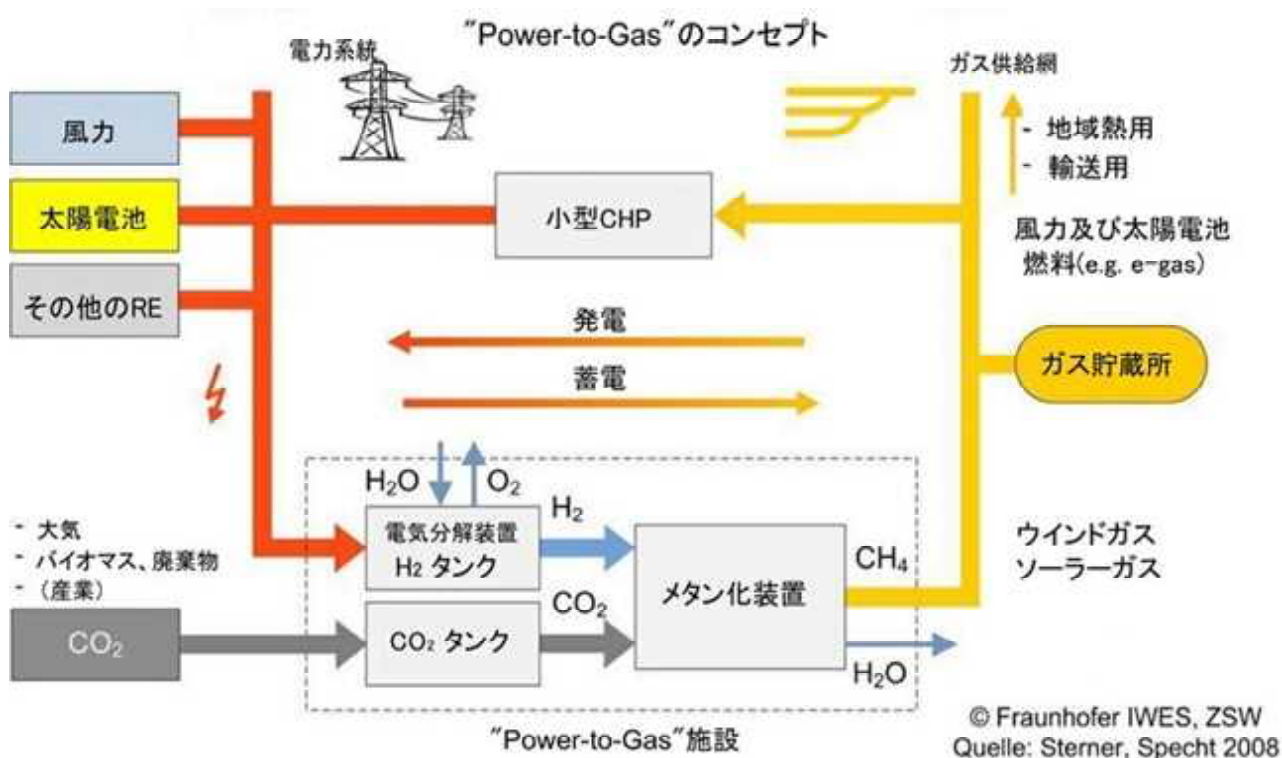
メタンから水素を生成する方法は主に2種類ある。1つは水蒸気改質法である。これは起動するまでに20分から1時間かかり、その上吸熱反応のため常に大量の熱を供給しなくてはならない。

2つ目は部分酸化改質法 (D-CPOX) である。これはメタンと酸素を反応させ水素と一酸化炭素を生成するものである。発熱反応のため早くに起動することができ、熱を供給する必要もない。しかしこの2つの生成方法は可燃ガスのメタンと水蒸気や酸素を反応させるため危険が伴う。



### ・なぜ危険が伴うにもかかわらず水素生成を行うのか

それには今後再生可能エネルギーの中でも水素の需要が高まっているからである。水素エネルギーの中でも『power to gas』に注目が集まっている。『power to gas』とは主にデンマーク、ドイツ、アメリカで行われている風力発電などの再生可能電力の余剰電気で水を電気分解して水素を取り出す技術のことである。そのため地球温暖化防止の観点から世界で風力、太陽光発電の増加とともに利用が広がっている。



日本では『power to gas』を利用し、水素スタンドでの自動車向けの供給が考えられているが現在あまり普及していない。日本では余剰電力の量が少ないため『power to gas』を実施する必要がない。その上今後『power to gas』を実施するにしても天然ガスのインフラが全国的に少ないためインフラ整備のために多額のお金がかかると考えられている。そのため日本では『power to fuel』のほうが『power to gas』より経済的に優れていると考えられている。『power to fuel』は運輸用燃料などを生成するもので既存のインフラを利用することができるため今後『power to gas』よりも普及するのではないかとされている。

・日本において水素をエネルギーとして利用することはできないのか

『power to gas』という形ではないが現在少しずつ利用され始めている。

全国的に普及され始めているのは自動車向けの水素ステーションである。首都圏では37か所、中京、関西、九州圏では10か所を超えている。北海道では1台しか設置されておらず、東北、北陸にはまだ設置されていない。

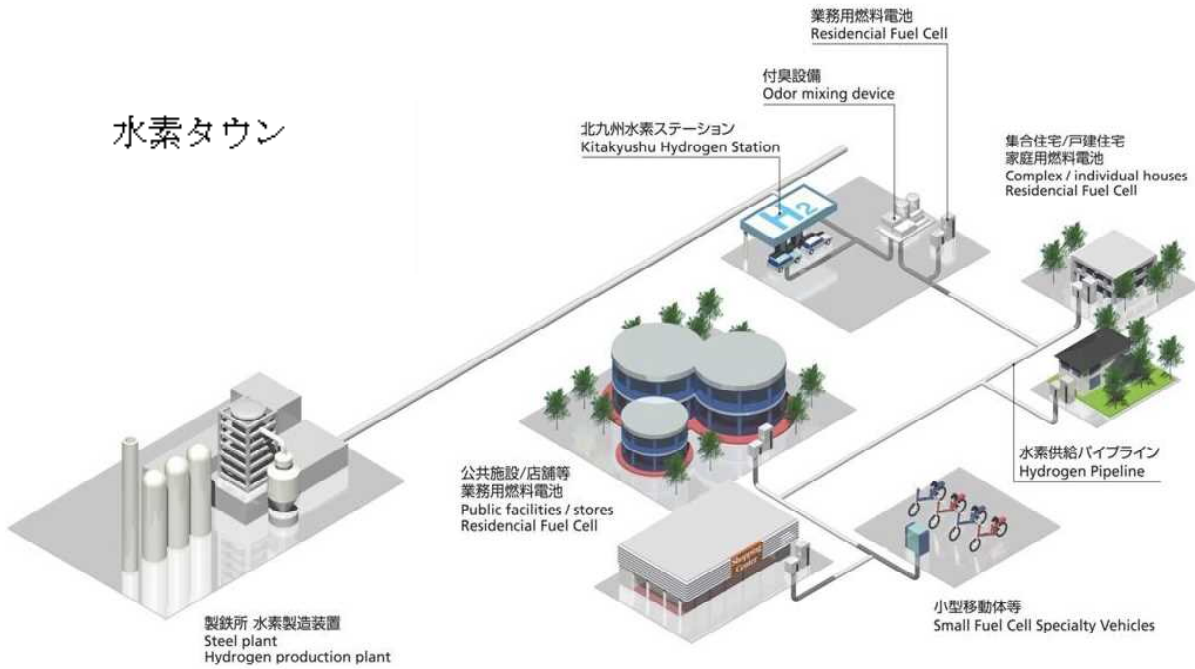
水素ステーションの特徴としては低コスト、コンパクト、製造・貯蔵の効率の良さという3つの点が挙げられる。

設置に関しては、1日で設置することが可能であり面積も約7.8㎡となっている。1日で製造できる水素の量は1.5kgで、18kg貯蔵することができる。18kgの水素というと燃料電池自動車4.5台分の量である。

北九州市では水素タウンを作り、工場で製造した水素をパイプラインでホームセンター、水素ステーション、博物館、一般家庭のエネルギーとして送り本格的に利用する取り組みが行われている。コミュニティレベルでは世界初となっている。



## 水素タウン



### ・なぜ水素社会がこれから必要とされているのか

その理由は4つある。1つ目はエネルギー供給源の多様化である。木質バイオマス、水、化石燃料からも水素が生成できるためである。2つ目は自然保護である。前述したように水素エネルギーを利用したのち排出されるのは水のみで地球温暖化で問題となっている二酸化炭素や温室効果ガスは一切排出されないからである。3つ目は経済波及効果が高いからである。水素関連産業は高度な技術の集結であり産業の裾野も広いいため大きな経済波及効果が期待されているからである。

最期に非常時の対応能力である。自然災害で電力の供給が滞っても、燃料電池自動車は電気を送電、給電することができるため非常用電力供給源になることができる。災害時は水不足に陥りやすいが燃料電池自動車から排出される水は飲むことができるほど綺麗なものとなっている。

### ・水素の危険性

始めの部分で前述したとおり水素の爆発性は非常に高いものとなっている。そのため2001年にアメリカで圧縮水素を詰めたガスボンベを運んでいたトラクターが前方から来た小型トラックと衝突した。その際、トラクターに積まれていたガスボンベ1本が外れ水素が漏れ始めのちに点火した。幸いにもトラクターから16m離れたところで点火したため、大爆発につながることはなかった。

水素は超高压にしてもなかなか液化しないため、現在では高压ガスタンク、水素吸蔵合金、デカヒドロナフレタン（以下デカリン）などに変換して液化した状態で運搬するという方法がある。しかし、高压ガスタンクにおいて水素を圧縮するエネルギーの無駄や扱い方法が問題となっている。

また水素吸蔵合金においては合金の寿命の短さや製造コストの高さや、一度デカリンに変換することにおいては水素の出し入れに高価な設備が必要となっていた。これを受け早稲田大学では水素をためている状態でも手で触れることのできる安全でコンパクトな新しい形態の「水素運搬プラスチック」を開発した。



水素を入れる前



水素を入れた後

#### ・これから期待されているメタンの形態

燃える氷ともよばれているメタンハイドレートである。氷と呼ばれているが実際はそうではなく見た目が氷のようなためそう呼ばれている。メタンハイドレートは水分子とメタンでできており白く触ると冷たい物質であるが、火を近づけると燃え始め最後には水しか残らない物質である。

メタンハイドレートには2種類あり砂層型と表層型である。砂層型は南海トラフなどに分布しており、海底から100～400m付近で水平的に広がっている。表層型は日本海に多く見られ、地中の深いところから「ガスチムニー」というガスの通り道を経て供給されるメタンガスにより海底付近で形成された塊状のもの。

東部南海トラフ海域におけるメタンハイドレートは11兆 $\text{m}^3$ であり、これは2012年の日本の天然ガス消費量の10年分に相当すると言われている。日本は世界でも有数の液化天然ガス、石炭の輸入国である。それらの利用を削減させることができると化石燃料の枯渇化や地球温暖化問題に対しての一つの解決手段であると期待されている。

2018年にはメタンハイドレートを商業化し、2023年以降は民間企業主導による開発に移行する予定である。

#### 【見出した課題とその理由】

- ・燃料電池自動車と水素ステーションの相互の普及。
- ・水素生成において可燃ガスのメタンと空気を反応させる上での安全確保。

#### 【課題解決策】


- ・東京オリンピックなどの大型イベントを利用して一斉に普及を進める。  
→燃料電池自動車と水素ステーションはどちらも同時に普及しなければいけないため、大きなイベントを活用する必要がある。
- ・酸素だけを利用するか空気と混ざらないようにする。  
→水素を生成するときに危険が伴うため、より安全性を高めるため。

#### 【下級生への引継事項】

今回調べるにつれ割合としてメリットが多くなってしまった。そのためデメリット側の調べが極端に少なくなってしまう。そのためメリット・デメリットを平等に調べ、そのうえでメリットのほうの方が有利であることを見出し自分の考えを書くことができればよいと思う。

#### 【参考図書・URL】

- ・デトロイトトーマツコンサルティング パワーポイント/TGE パワーポイント/
- ・海洋エネルギー資源開発促進日本海連合/都市ガスから水素を作る 高村 仁/ニュートン 2015年2月号、2016年11月号/
- ・日立 hp/北海道 hp/火力発電と化石燃料の未来形 橋川武郎/メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム/早稲田大学 hp/
- ・[http://www.japanfs.org/ja/news/archives/news\\_id030825.html](http://www.japanfs.org/ja/news/archives/news_id030825.html) 『ジャパン・フォー・サステナビリティ』
- ・世界初「北九州水素タウンプロジェクト」の運転実証開始  
[http://www.nikkei.com/article/DGXNASFK1500E\\_V11C13A000000/](http://www.nikkei.com/article/DGXNASFK1500E_V11C13A000000/) 『日本経済新聞』  
50年に160兆円市場、「水素社会」到来の巨大インパクト

学年テーマ 自然との共生	グループテーマ 外来生物	個別リサーチテーマ  <b>外来種が引き起こす問題</b>
-----------------	-----------------	--

**リサーチ内容**

(特定外来生物)

生態系、人の生命や身体、農林水産業への被害を及ぼす疑いのあるもの

(未判定外来生物)

実態がよく分かっていない外来生物

新しい環境に適応し、在来の生物に悪循環を及ぼす外来種を「**侵略的外来種**」という

**外来種によって生物、生態系に起こる問題**

- ①捕食 元々生息していた動物、食物を食べる  
例) マングース、ブラックバス、アライグマ
- ②競合 同じような食物や生息環境を持っている外来の生物からそれを奪ってしまう  
例) タイワンリス、ホテイアオイ、オオタナゴ
- ③交雑 近縁の種同士で交配が起こる  
雑種が生まれ、遺伝子が汚染されてしまう  
種としての純血と病気などの抗体が失われる可能性がある  
例) タイワンザル、タイリクバラタナゴ



① マングース



②タイワンリス



① カミツキガメ



③タイワンザル

**外来種による人間の人体への問題**

- ①刺咬被害 人を死亡させるほどの強力な毒をもっている生物もいる  
例) タイワンハブ、セアカゴケグモ、アカヒアリ、カミツキガメ
- ②花粉症 外国からくる花粉症の原因となる植物  
例) イネ科牧草、オオブタクサ
- ③感染 その場所に存在しなかったほかの地域の病気や寄生性の生物  
例) オオブタクサ、カ、ネズミ類



②オオブタクサ

**外来種による環境への問題**

- ① 通水障害  
外来種が水路やパイプの壁面等に付着したり、外来水草が水路内に繁茂したりして通水障害が頻発する。  
例) カワヒバリカイ、ムラサキガイ

**セイヨウオオマルハナバチが引き起こす問題**

盗蜜 花の外から不正に穴をあけ、花粉を運ぶことなく蜜を吸う。

舌の短いハチは長い筒状の花などには正当訪花(花の正面から舌を差し込んで蜜を吸う)で利用することができないため、盗蜜を行う。

盗蜜によって蜜腺の近くに穴が開くと本来は正当訪花を利用するマルハナバチまでも盗蜜を行うようになる。そのため、その花にとって送粉の機会が損なわれてしまうことになる。

例) オオマルハナバチ、エゾオオマルハナバチ、クロマルハナバチ



盗蜜によって  
あけられた穴

**リサーチ結果に基づく自分の考え・今後の課題**

1種類の外来生物が及ぼす影響はとて大きく、様々な生き物に影響していることが分かった。また、1種類の生き物がほかの生き物に影響を及ぼし、またその生き物がほかの違う生き物に影響を及ぼすという負の連鎖が続いており、その連鎖を止めることはとても難しいと改めて実感した。その負の連鎖を止めることができなくても、1人1人が自分のできることを実行したり、自分たちの行動に気を付けることで事態は良くなっていくと思う。人間が生き物を住処ではない場所に逃がしてしまったり、自分たちの都合で連れてきてしまったことがきっかけで起こった問題もある。お店に売っている飼育用の魚や虫取りで捕まえてきた虫などを安易に逃がすことは絶対にせず、責任を持つことが大切だと思う。

**参考資料** (書名、著者・編者名、発行所、出版年またはwebサイトタイトル、URL、閲覧年月日)

セイヨウオオマルハナバチを追え 外来生物とは何か 鷲谷いづみ

日本の外来生物 多紀保彦 財団法人自然環境センター

北海道ネーチャーマガジン モーリー No. 17

www f <https://www.wwf.or.jp/activities/wildlife/cat1016/cat1100/>

<https://www.wwf.or.jp/activities/wildlife/cat1016/cat1100/>

# G I 探究報告書

高2 年SS クラス 番 氏名 0.E

## 【メインテーマ】

自然との共生

## 【サブテーマ】

外来生物

## 【探究テーマ】

外来種が在来種に与える影響

## 【探究内容】

### 1. はじめに

身近にいる生物は「在来種」と「外来種」の二つに大きく二分されるということを初めて学んだのは小学2年生の時だ。アメリカザリガニの飼育をする授業があり、勝手に飼育途中で山などに捨ててはいけないことや私が住んでいる地域にはかつて日本ザリガニが多く生息していたが今は絶滅寸前だということを学んだ。今一度、自分が「在来種」と「外来種」について初めて学んだ時のことを思い出してほしい。私と同じくザリガニの飼育の時か、あるいは理科の授業の西洋タンポポと日本タンポポの違いを学んだ時か。四葉のクローバーを探しているときにシロツメクサは日本にもともとなかったと知った時か。

本稿では全体を通し、侵略的外来生物が起こす日本の諸問題について触れていきたいと思う。

### 2. 侵略的外来生物とは

外来種がすべて必ずその場で野生化し生息するとは限らない。新しい環境に適応して在来生物に影響を与えることは稀である。この式を見て侵略性には人間も関わっていると分かる。

$$\text{侵略性} = A \times B$$

A = 外来生物が持つ侵略的的生物的特徴（繁殖・増殖力・食性）

B = 人による自然環境下への導入機会の多さ（ペット遺棄・放流）

### 3. 外来種と在来種の交雑

交雑は自然界において珍しいものではない。動物では稀だが植物の場合、交雑起源の種はごく普通にみられる。交雑は生物進化における一大原動力なのだ。しかし、外来種と在来種の交雑を自然発生的な交雑とひとくくりにしてはいけない。交雑による雑種は繁殖力・分散能力・競争力などの適応形質において、両親種をしのぐものが現れることもある（交雑による侵略性の獲得）。こうした雑種は遺伝子レベルで見ると外来種の遺伝子を持つため、在来種とは呼べない。人類による大規模な環境改変、地球規模での生物の大移植は地球がかつて経験したことのないスケールである。グローバル化の負の産物といえる問題には次のようなものがある。

#### I. 遺伝子汚染・攪乱

どれくらいの影響力があるのか未知数であるとともに拡散性を持った脅威である。「地理的に隔離され出会うことのなかった生物同士が人為的に運ばれ交雑することで種族間に新たな次世代が形成され、遺伝的純系が失われること」と定義される。生物がすむ地域に適応して培った機能が破壊され、生態系内に病気が蔓延するなどの絶滅の危険性が

高まり、生物多様性の概念における「遺伝子の多様性」が失われる。  
 交雑が進めば新たな種の誕生につながるという進化論もあるが肯定しにくい。




## II. 希少種保護問題

希少種保護の一番の課題は個体数の回復である。遺伝的多様性の低下、近況弱性により適応度が著しく低下した個体群の場合、このことは容易ではない。対処法として個体群からの個体導入による遺伝的改善が行われているが、これは国内外来種の創出だという批判や失敗例もある（オーストラリアのアイベックスCapra ibexの異系交配弱性）遺伝的純系を守るべきか、希少種を守るべきかという究極のジレンマである。

これらの改善策としては早期発見による外来種と交雑個体の撲滅と在来種の個体数回復が理想的である。そのためには遺伝子間での浸透様式の違いの解明が必要になってくる。その後進化モデルをベースとしたシミュレーションと飼育実験によりゲノムレベルで適応度が遺伝子浸透に与える影響を考察したうえで対応を決める必要があるからだ。過大な時間と労力、お金がひつようになるためこの理想は実現が難しい。現実てきにはいかにして交雑の拡大を防ぐかという制御の問題になっている。しかしこれもまた、交雑の進行により遺伝子レベルでも雑種と外来種の区別がつかなくなる場合もあるため、容易なことではない。

## 4. 捕食者と被食者としての問題

外来種と在来種の問題で真っ先にイメージするのが外来種に在来種が捕食されるという問題ではないだろうか。問題の外来種には次のようなものがある

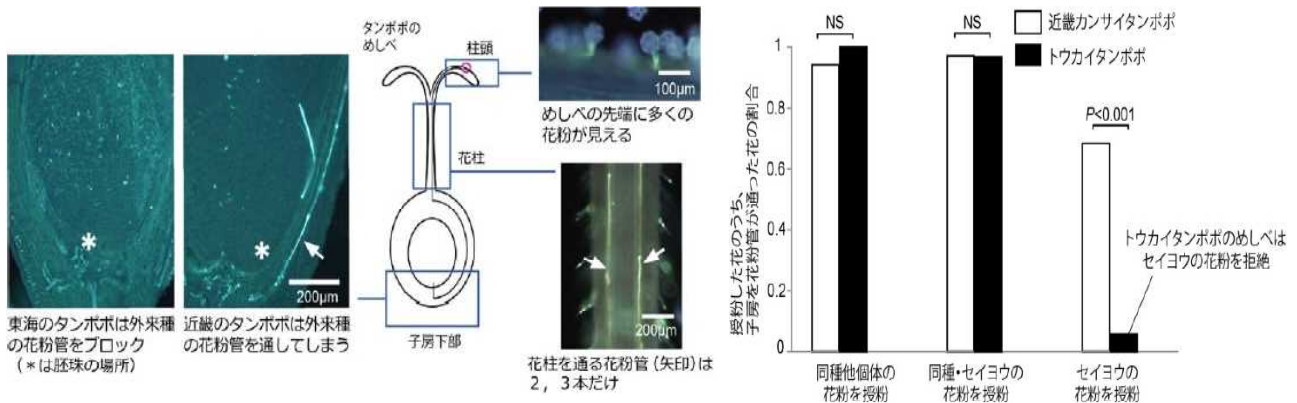
外来種名	問題が生じている地域	問題
ジャワマングース 	奄美大島・沖縄	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ハブ退治を目的</li> <li>・ハブは捕食せずニワトリなどの家畜、その土地の希少種を捕食（ヤンバルクイナ・アマミノクロウサギなど）</li> </ul>
ブラックバス 	日本ほぼ全域の水域	<ul style="list-style-type: none"> <li>・日本の在来淡水魚を捕食。</li> <li>・川の上流、下流に関係なく淡水生態系に侵入、これを破壊</li> </ul>
グリーンアノール 	沖縄・小笠原諸島	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1960年代に侵入後、小笠原固有の生物の絶滅などの大きな影響を及ぼす</li> <li>・小笠原諸島の世界自然遺産登録取り消しも危惧されている</li> </ul>

今回はジャワマングースの奄美大島における対策について触れたい。ジャワマングースは1979年に奄美大島にもたらされた。元々は数十頭が放されたただけであったが分布域を広げ、ピーク時には10000頭まで増えたと推定されている。環境省は1989年に生態系への影響調査を開始し、2000年か奄美大島のマングース駆除に本格的に着手した。現在は「奄美マングースバスターズ」を中心に駆除活動が行なわれており、2022年には奄美大島からマングースを完全排除することを目指している。



## 5. 外来種と在来種の競合

在来植物が外来植物に追いやられ、置き換わってしまう現象は従来の生物多様性を変化させる。一般的に外来種が強いため在来種を駆逐するというが、それには具体的根拠はない（在来種を駆逐している結果から強いとされた）。実際、メカニズムが不明なため在来植物を守るためには外来種を根こそぎとるといった効率の悪い方法しかない。しかし、日本在来のタンポポでも、セイヨウタンポポに追いやられている種と共存している種があることが分かった。前者はカンサイタンポポ、後者はトウカイタンポポである。セイヨウタンポポ、カンサイタンポポ、トウカイタンポポの3種に注目し、各種の花粉を人工授粉させ、在来のタンポポがどのような反応を比較した結果は以下の通りだ。



カンサイタンポポはセイヨウタンポポの花粉を間違えて受け入れてしまうが、トウカイタンポポはセイヨウタンポポの花粉を途中で拒絶することができる。間違えてセイヨウタンポポの花粉を受け入れためしべは種子を作ることには失敗し、子孫の数を減らしてしまう。すると、次世代の個体は益々セイヨウタンポポに囲まれ、その場から追いやられる。このような状況で在来タンポポはほかの個体から花粉を受け入れないと種子ができないため、カンサイタンポポのようにセイヨウタンポポからの繁殖干渉（ある生物が繁殖において間違えて近種に悪影響を与えること）を受ける場合があるのだ。一方セイヨウタンポポや雑種は種子を作るために他種の花粉を仕えあないことから繁殖干渉を受けない。よって追いやられるのは在来種ばかりになる。

この実験と同じように在来植物が近縁の在来植物に追いやられる現象に繁殖干渉が関わっている可能性が分かれば、在来植物に被害を及ぼす恐れのある外来種の予測や外来植物からの繁殖干渉を防ぐ対策につながる。加えて外来植物のおしべをとるといった比較的簡単な作業を初期段階に行うことで在来植物の駆逐を防ぐことができるのだ。

## 6. フィールドワークを終えて

恵庭市の「えこりん村」でセイヨウ大マルハナバチの駆除活動を行った。個人が外来種の駆除活動を個人的に行おうと思っても、できることは限られてくる。しかし、企業ならばより多くの取り組みをすることが可能なのだと実感した。ただ投資だけをするのではなく、行動を起こしている企業は少ないという。そのような企業に何らかの取り組みのプレゼンを行ってみるならば、自分はどのようなことをプレゼンするだろうか。在来種のみを集めた動物園、植物園を作るなどにより、子供たちにこれらを守っていくためにもザリガニやミドリガメは最後まで大切に飼ってほしいという啓蒙活動がやはり重要なのではないかと思った。

### 【見出した課題とその理由】

外来種が在来種に与える影響はそのまま生態系に影響を及ぼす。ほとんどの外来種は人間の手によって持ち込まれたものであり、それらによっておこる諸問題を私たちは無視してはいけない。長い年月を経て形成された生態系バランスを破壊することは一瞬だが、そ

れを元に戻すためには長い年月と莫大な資金が必要になる。多くの人が外来種や在来種の関係についての正しい知識と倫理観を持つことが大切になる。私たち人類が生活していくうえで他種が1種しかいなくても困らないのであれば生物多様性が問題になることがない。しかし、現在、私達は多くの他種を食料・衣料・薬品の原材料としている。もしこれらを作るために必要な種が消えてしまえば私達は生きていけなくなる。

環境省が示す外来生物被害予防三原則は「入れない、捨てない、広げない」だ。私たちがこの中で最も意識すべきことは「捨てない」だろう。夏祭りなどでカメすくいをした後、捨ててしまうくらいなら最初からカメすくいなどすべきではない。外来種云々の前に命をないがしろにしている。「たかが亀一匹。」「自分が捨てたところで大した問題にはならないだろう。」「みんなやっているから。」その考え方がダメなのだ。しかし、その自分が捨てたカメがどのような影響を及ぼすのか知らなければなんと注意されようが心に響かないだろう。子供が悪いことをしたときにのべつまくなしに叱っても意味はない。「どうしてダメなのか。」ということをお教え、正しい倫理観を育ませることが大切なのだ。

現在、外来種問題に対して正しい倫理観を持っている人はすくないと感じる。

### 【課題解決策】

小さいころに教えられた世の中のルールというものは意外とよく覚えているものだ。「嘘はついてはいけない」「生き物は大切にしなければならない」など、教えられた記憶があるだろう。その時はよく理解していなかったとしても分別が付く年ごろになれば「自分がみじめになるから嘘はついてはいけないのだな。」と自分なりに考えられるようになる。「生き物は大切にしなければならない。」ということの延長線上で小さいころから「外来種は捨ててはいけない。」ということをお教えしていくべきなのだと思う。フィールドワーク先で見たセイヨウ大マルハナバチとエゾオオマルハナバチの紙芝居やパペットはとても素晴らしかった。小さな子供にもよくわかるようになっていた。幼稚園、小学校へ出前授業に行くなどの取り組みをできればいいなと思った。

### 【下級生への引継事項】

情報はできるだけ多く集めそれらを自分の言葉で説明できるようにする。調べ学習で調べた量がものをいう。何冊か同じジャンルの本を読み、共通している内容を見つける。それが肝、つまり大切なことなのだ分かる。ブラックバスの駆除活動についてももう少し詳しく知りたかったが、割愛。調べてみてほしい。2022年にマングースがいなくなっているのか非常に興味がある。そもそも導入後きちんと経過を記録していなかったために大量繁殖して30年以上悩んでいるのだとしたら、人間の怠慢が人間を苦しめているのだからどうしようもないと思うが、それについてはどう感じるだろうか。

### 【参考図書・URL】

[HTTP://WWW.BIO.MIE-U.AC.JP/~KAWA-K/2015IDEN.PDF](http://www.bio.mie-u.ac.jp/~kawa-k/2015iden.pdf)交雑がもたらす遺伝子汚染の実態 2017.5.26

[HTTP://WWW.AIP.NAGOYA-U.AC.JP/PUBLIC/NU\\_RESEARCH\\_JA/HIGHLIGHTS/DETAIL/0000807.HTML](http://www.aip.nagoya-u.ac.jp/public/nu_research_ja/highlights/detail/0000807.html)2017.5.26

名古屋大学博物館 西田佐知子准教授

『日本の外来生物』自然環境研究センター（著）多紀保彦（監修）、2008年、平凡社

学年テーマ 自然との共生	グループテーマ 水資源	個別リサーチテーマ 自然災害時におけるダムの役割
-----------------	----------------	-----------------------------

リサーチ内容

**水害から守るダム**

1、水害の種類

洪水・氾濫・波浪・高潮・津波・干ばつ

2、洪水時のダム (図1)

1 洪水に備える

あらかじめダムの貯水位を下げて水を溜める容量を確保

2 洪水を溜める

水の一部をダムに溜め、少しずつダムから水を流す

**ダムが引き起こす災害**

1、ダムが引き起こす災害の種類

洪水、流木

2、事例

1. 2015年 鬼怒川大洪水

2015年9月に起こった豪雨により、栃木県鬼怒川の堤防が決壊し、死者も出る大惨事となった (図2)

原因① ソーラーパネル設置のため堤防を削った

原因② 破堤地である地域に避難指示を出すのが遅れた

2. 2004年新潟県・福井県での洪水

原因 ダム建設に巨額が投じられ、河川整備に手が回らなかった

**ダム不要論**

1、問題点

① 経済的問題

ダムよりも河川改修に回すべきである。

② 森林の荒廃

ダム建設で森林が荒廃→保水力の低下、流木

2、解決策

森林整備を公共事業として推進、細かい点検

**天然ダム**

1、天然ダムとは

土砂や土石流となって流下した土砂が河川を閉塞し、上流側に水たまりを形成する現象。

地震、火山噴火によっても発生。民家、道路の水没などの被害。

民家、道路の水没が起こる

2、天然ダムと自然災害

2011年の台風の影響で72か所に天然ダムが形成。

山腹崩壊→天然ダム形成→天然ダム崩壊→村を飲み込む (図3)

リサーチ結果に基づく自分の考え・今後の課題

今回「自然災害時におけるダムの役割」をテーマに設定し、調べを進めた。しかし自然災害とダムの関係性について理解することができたが、「役割」という肝心な部分については掘り下げることができていないと感じた。

今後は、今回調べたことを土台にして「自然災害におけるダムの役割」を明確にしていきたい。

参考資料 (書名、著者・編者名、発行所、出版年 または web サイトタイトル、URL、閲覧年月日)

竹林征三著 ダムは本当に不要なのか 2010

大紀天 Epoch Times in Japan

独立行政法人 土木研究所

2015 ANN news

水源開発問題全国連絡会

そなえる災害 NHK

国土交通省 四国地方整備局 那覇川河川事務局

国土交通省 中国地方整備局 弥栄ダム管理所

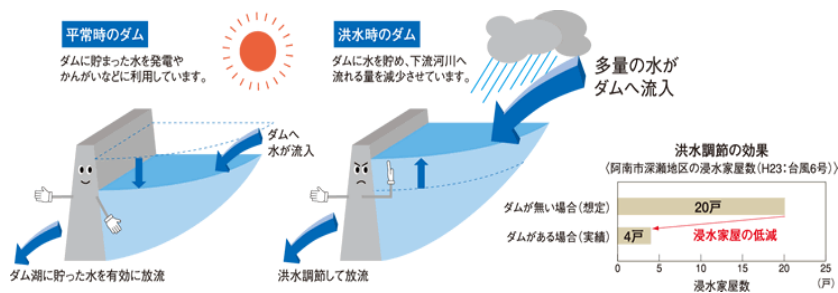
<http://www.cgr.mlit.go.jp/yasaka/about/shikumi/shikumi4/shikumi4.htm>

九州大学附属図書館

<http://guides.lib.kyushu-u.ac.jp/content.php?pid=688888&sid=5718974>

国立研究開発法人産業技術総合研究所 2016, 11, 14

[http://www.aist.go.jp/aist\\_j/new\\_research/2016/nr20161114/nr20161114.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/new_research/2016/nr20161114/nr20161114.html)



洪水時のダム 図1



鬼怒川大洪水の当時のテレビ中継 図2



天然ダムの形成 図3



# G I 探究報告書

高2年 SS クラス 番 氏名 K.Y

## 【メインテーマ】

自然との共生

## 【サブテーマ】

水資源

## 【探究テーマ】

“自然との共生”における水力発電の可能性

## 【探究内容】

### 1. 水力発電とは

水が高いところから低いところに落ちるエネルギーを利用して、水車と発電機を回転させることで発電する方法のことである。

水力発電には①流れ込み式（自流式）水力発電、②調整池式水力発電、③貯水池式水力発電、④揚水式水力発電がある。

#### ①流れ込み式（自流式）水力発電

川の水をそのまま発電所に引き込んで発電する方法である。豊水期や渇水期など水量変化にとまらぬ、発電できる電気の量も変わる。

#### ②調整池式水力発電

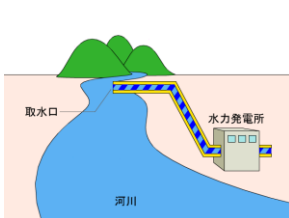
調整池に水を貯水することで水量を調節し、発電する方法。1日分あるいは1週間分程度の発電用水を調整池に溜めて発電量を調整することができる。中小規模な貯水量を有するダムを伴う。

#### ③貯水池式水力発電

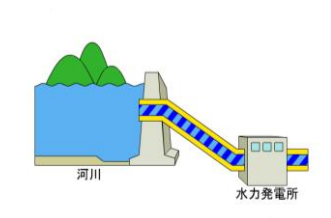
河川をダムでせき止め、ダムに溜まった水を発電用に用いるもの。雪どけや梅雨、台風などの豊水期に貯水し、渇水期に放流して発電する。構造物から見た場合、ダム式、ダム水路式がこの方法であり、大規模な貯水量を有するダムを伴う。

#### ④揚水式水力発電

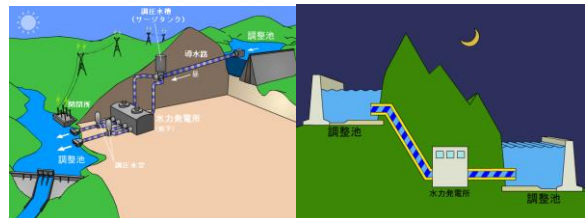
発電所の上部と下部に大きな池（調整池）をつくり、昼間の電力需要の多いときは上の調整池から下の調整池に水を落として発電し、発電に使った水は下部の調整池に貯めておく方法。



流れ込み式水力発電

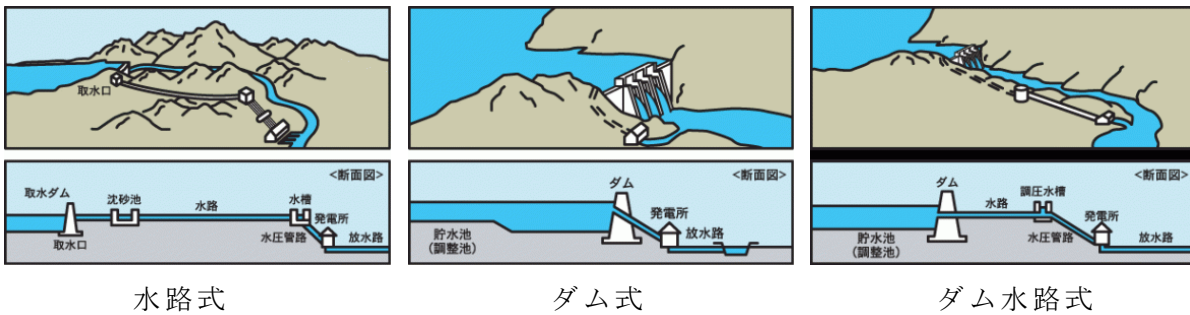


調整池 & 貯水池水力発電



揚水式水力発電

水力発電は、構造物による違いからも分類でき、水路式、ダム式、ダム水路式がある。水路式は、河から長い水路で水を引き込み、落差が得られる場所で発電する方法である。ダム式は、ダムで水をせき止めて人工湖をつくり、その落差を利用して発電する方法である。ダム水路式は、ダムで貯めた水を引き込み、落差が得られる場所で発電する方法である。



水路式

ダム式

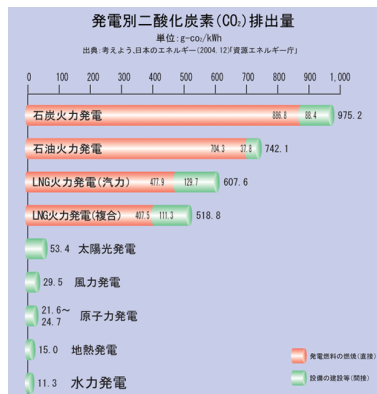
ダム水路式

## 2. 水力発電と自然との共生

～自然との共生における水力発電のメリット～

- ・ 温室効果ガスを排出しない

化石燃料を使用しないので、二酸化炭素などの温室効果ガスを排出しない。



- ・ 発電や管理のコストが安い

水力発電は、他の発電方法と比較して、発電や管理・維持にかかるコストが安くなる。原子力発電や火力発電では、有償のウラン燃料や化石燃料が必要だが、水はなくなる事のないエネルギーであり、コストがかからずに使うことができる。また、設備の管理・維持にかかるコストも他の発電方法と比べると安価である。

- ・ 最も安定的に発電できる再生可能エネルギー

太陽光発電や風力発電は、そもそも太陽光や風がなければ発電できない。しかし、水は降水量が不足する等の余程のことがない限りなくなることはない。それに加え、水は貯めておくことができ、必要なときに必要な量を使うことができるので、水力発電は、再生可能エネルギーの中では最も安定的に発電することができる。

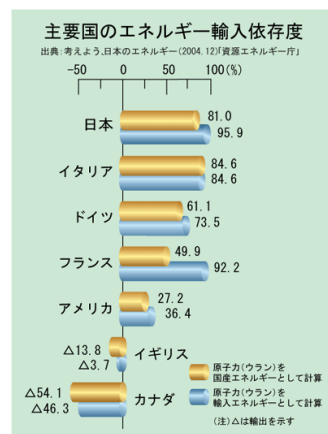
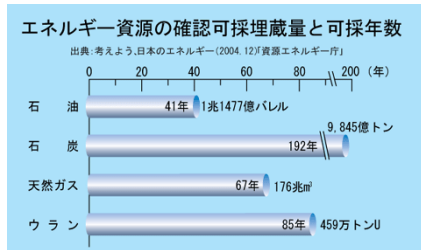
～自然との共生における水力発電のデメリット～

- ・ ダムが環境や生態系に影響を及ぼす

ダムの建設によって周辺の環境や河川の生態系に影響が出ると言われている。広い地域を水没させてしまうことだけでなく、砂がダムでせき止められてしまうことにより下流では砂の中で生活する生物の数が減ったという事例も報告されている。また、ダム建設に際しては山奥まで大量の資材・機材を搬入するための道路等も建設されるため、そのことによって、自然環境に影響が出てくる。

## 3. 日本における水力発電の効果的な活用

水は繰り返し使うことができる『再生可能エネルギー』である。採れる量に限りがある石油・石炭・天然ガス・ウランなどが減るのを遅らせるためにも、水力発電を効果的に使い、限りある資源を守っていかなくてはならないだろう。また、エネルギー源のほとんどを海外からの輸入に頼っている日本にとって、国内の豊かな水資源を利用する水力発電は、貴重な純国産エネルギーとして、期待されている。



#### 4. フィールドワーク～忠別ダムについて～

##### ・忠別ダムの基本情報

東川町・東神楽町・美瑛町の3町が接する石狩川水系忠別川に建設した多目的ダム。形式は重力式コンクリートダムとロックフィルダム(土や岩を盛り立ててつくるダム)の複合ダムである。



忠別ダム

##### ・忠別ダムの役割

###### (1)洪水調節

大雨や雪解けなどにより川の水量が増えたときには、ダムに水を貯めることで水量を調節する。

###### (2)河川環境の保全

降水量が少ないときに、周辺の自然環境を保つためにダムの水を流す。

###### (3)かんがい用水の供給

水田や畑が水不足となった場合には、ダムから水を供給する。

###### (4)水道用水の供給

水道水をいつでも安定的に供給できるように、ダムから水を家庭に送る。

###### (5)発電

ダムの水を利用した水力発電によって電力を供給している。

##### ・忠別ダムの自然環境への配慮

道路はできる限り自然の森を残すように作られ、美しい自然を保つためにも、地域の人たちと木を植えたり、電線などを地中に埋めたりした。また、道路脇の排水溝に落ちた小さな虫や生き物が地上に上られるように、スロープを付けるなどしている。



地域の人々による植樹



排水溝のスロープ

### 【見出した課題とその理由】

今回の調べを通して、水力発電にはたくさんのメリットがあることが分かった。限りある他の資源を守るためにも、これからの発電には再生可能である水資源の活用が重要になってくると感じた。しかし、ダムなどの水力発電の施設を建設する場合にはその土地の自然環境を破壊してしまう恐れがあるため、いかに環境を守り、自然との共生を果たしていくかが大きな課題である。

### 【課題解決策】

フィールドワークで見学した東川町の忠別ダムでは、ダムを建設する際、そこに生息している生物を別の場所に移すことや、道路脇の排水溝に落ちた小さな虫や動物が地上に戻ることができるようにスロープを付けるなど、生態を守るために様々な取り組みを行っていた。

その後の調べで、環境保全に努めているダムは忠別ダム以外にもあることが分かった。例えば、埼玉県秩父市にある滝沢ダムでは、掘削時に植物の種子が含まれている表土を保存しておき、工事終了後に撒くことや、工事区域の希少植物を区域外の同様の生育環境地へ移植するなど様々な対策を取っている。このような取り組みを参考にしながら、その土地の環境を守るためにできることを考え、自然との共生に努めながら、再生可能な水力による発電を普及させていくべきである。また、すでに自然が破壊されてしまった場所で植林活動を行うことも有効な取り組みであろう。

### 【引継事項】

今回のリサーチでは、フィールドワーク先がダムであったため、ダムにおける水力発電が中心となってしまった。今後はダム以外の水力発電についても調べる必要があると思う。

フィールドワークに際しては事前学習で自分のリサーチ内容との関係を考えながら質問を準備しておくと思う。また、フィールドワークが終わった後に、GI報告書の作成や報告会でのプレゼンテーション資料作成のために現地で聞いた話の内容をしっかりとメモに残しておくことと、写真を撮影しておくことが大事である。

### 【参考図書・URL】

- ・ 経済産業省 - 資源エネルギー庁 [www.enecho.meti.go.jp](http://www.enecho.meti.go.jp)
- ・ ダムリアルタイム情報 忠別ダム - 国土交通省 [info-dam.hdb.hkd.mlit.go.jp](http://info-dam.hdb.hkd.mlit.go.jp)
- ・ 水の科学「水の循環」水大事典サントリーのエコ活サントリー  
[mobile.suntory.co.jp](http://mobile.suntory.co.jp)
- ・ 世界のエネルギー事業・関西電力 [www.kepcoco.jp](http://www.kepcoco.jp)
- ・ 国土交通省 北海道開発局 旭川開発建設部 旭川河川事務所 忠別ダム管理事務所  
[www.hkd.mlit.go.jp](http://www.hkd.mlit.go.jp)
- ・ 滝沢ダムで実施した環境保全活動 [www.water.go.jp](http://www.water.go.jp)
- ・ エネチェンジ 電気とガスの簡単比較 <https://enechange.jp>
- ・ 電気事業連合会 <https://www.fepc.or.jp>
- ・ 国土交通省 北海道開発局 旭川開発建設部 旭川河川事務所 忠別ダム管理支所  
[www.hkd.mlit.go.jp](http://www.hkd.mlit.go.jp)

学年テーマ	グループテーマ	個別リサーチテーマ
自然との共生	人は「廃棄物」とどう向き合うべきか	海洋資源の利用（世界と日本の実践例）

**リサーチ内容**

〈海洋資源〉

① 海洋資源とは？

海洋に存在して技術的に回収・採掘可能であり、かつ経済性が成り立つことによって、人間が有効利用できる資源・エネルギーのこと。海洋資源は、鉱物資源、溶存資源、エネルギー資源、それに生物資源に分類される。

② 海洋エネルギー資源とは？

エネルギー資源とは、文字どおりエネルギーの源となるもので、石油、天然ガスなどのほか、太陽光、風力などのいわゆる「再生可能エネルギー」もエネルギー資源の一つです。

そのエネルギー資源のうち、海洋に存在するものを「海洋エネルギー資源」といいます。日本は領海、排他的経済水域（EEZ）等の広さが世界第6位となっています。ここから分かるように、国土だけ見ると小さな国に見える日本ですが、海洋に目を向けると、日本は世界第6位の大国です。

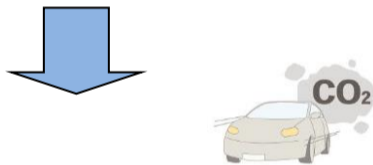
近年、この日本周辺の広大な海に、メタンハイドレートなどのエネルギー資源が相当量存在することが、わかってきました。日本はエネルギー資源の大半を輸入に頼っていますが、日本近海の海洋エネルギー資源を採取することができれば、将来、資源大国になることも夢ではありません。

〈エネルギー消費による環境への影響〉

① 急がれる地球温暖化対策

地球温暖化の主な原因であるCO<sub>2</sub>の排出量の削減は大きな問題です。近年、化石燃料の利用が急速に増大したことに伴い、CO<sub>2</sub>の排出量も大幅に増えています。今後は先進国のエネルギー需要が急増し、それに伴う化石燃料の消費の増大が見込まれているなか、CO<sub>2</sub>排出量の削減は地球規模で実施すべき急務となっています。

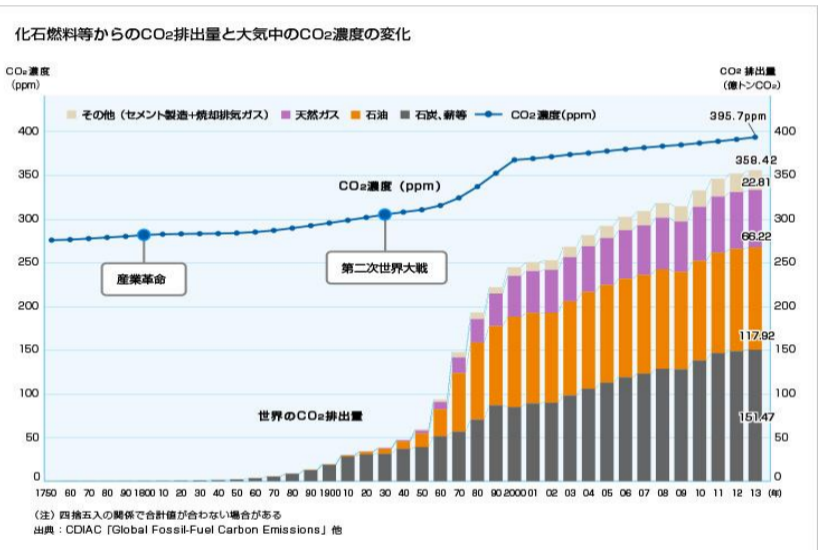
解決するため…



〈海洋資源の実践例〉

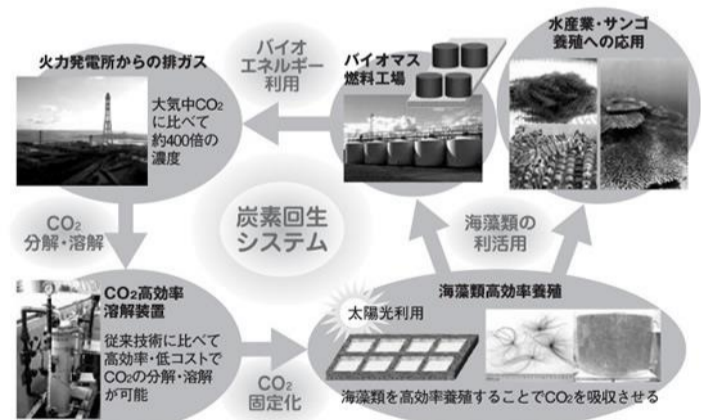
① メタンハイバレード

日本の管轄海域内の海底には、「メタンハイドレート」というシャーベット状になった天然ガスが大量に眠っています。メタンハイドレートは、見た目は氷のようですが、火を点けると燃えるため「燃える氷」とも呼ばれます。メタンは、石油や石炭に比べ、燃焼時の二酸化炭素排出量がおよそ半分程度であり、**環境対策に有効なエネルギー**と考えられています。その埋蔵量は、12・6兆立方メートルと推定されています。日本国内の天然ガス消費量は、年間約1125億立方メートル（2014年）ですから、**日本人が使う天然ガスの100年以上が日本の海底に存在していること**になります。



② 再生可能エネルギー～海洋バイオマス～

火力発電所などから排出される高濃度CO<sub>2</sub>を海水に分離吸収する技術と工業的藻類養殖技術により、海藻を高速かつ大量培養するシステム開発が進んでいます。生産される海藻資源はバイオ燃料などのエネルギーや工業原料としてまた、食料、健康食品、肥料などとして利用されます。



**リサーチ結果に基づく自分の考え・今後の課題**

石油などのエネルギーの枯渇問題や地球温暖化問題が世界規模で課題となっている今、石油などの代用品となる新しいエネルギーを見つけることはとても大切なことです。また見つけるだけでなく人類、つまり私たち自身がエネルギーには限りがあり、いつかはなくなることを理解し、私たちが日々出しているごみなどから工夫することも私たちは必要だと考えた。

**参考資料**（書名、著者・編者名、発行所、出版年 または web サイトタイトル、URL、閲覧年月日）

<https://kotobank.jp/word/%E6%B5%B7%E6%B4%8B%E8%B3%87%E6%BA%90-43000>

海洋エネルギー資源開発促進日本海連合

関西電力「世界のエネルギー事情」

<http://diamond.jp/articles/-/88366>

[https://www.yokogawa.co.jp/energy/new\\_energy/oceanicbiomass.htm](https://www.yokogawa.co.jp/energy/new_energy/oceanicbiomass.htm)

# G I 探究報告書

高 2 年SS クラス 番 氏名 K.K

## 【メインテーマ】

「自然との共生」

## 【サブテーマ】

廃棄物の活用

## 【探究テーマ】

チョーク以外にホタテ貝殻の炭酸カルシウムを有効活用できないか

## 【探究内容】

### 1. はじめに

最近、リサイクル事業が話題になってきている。それは、身近にあるものを利用して何か別のものに作り変えるということだ。ここで取り上げるのはホタテ貝殻を再利用したりリサイクル品についてである。ホタテの貝殻は、殺菌性や吸湿性に優れ、消臭効果も発揮する環境改善素材であることが分かっている。なおかつ天然素材100%で、有害物質等が発生する恐れもないということも最大のメリットである。

私はこの調査を進めるにあたり、「ホタテ貝とはどういうものなのか、ホタテ貝殻の成分(炭酸カルシウム)について、チョーク以外の再利用法にはどんなものがあるのか」という3つのサブテーマを立てた。

この3つのテーマをもとに、タイトルにもあるホタテ貝殻の炭酸カルシウムの有効活用法について紹介していきたいと思う。

### 2. 調査 I ホタテ貝とはどういうものなのか

#### ① ホタテ貝について

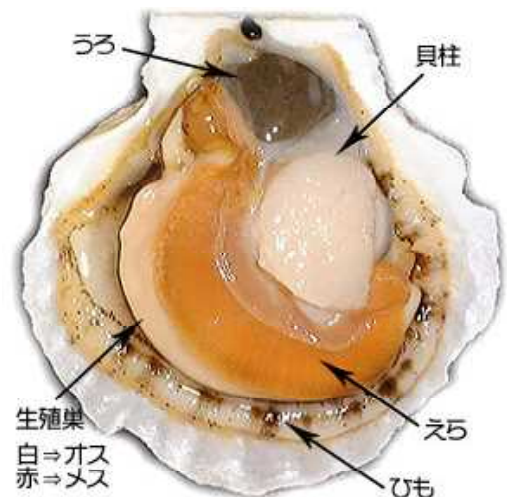
- ・軟体動物門、イタヤガイ科の二枚貝
- ・本州の東北地方から北海道・オホーツク海・朝鮮半島東岸・沿海州に分布している
- ・水深10~30メートルの砂れき底に生息している
- ・通常2~4年で殻高が10~14センチに成長する

#### ② ホタテ貝の形態

- ・普通、殻高・殻径とも20センチほどに達する(寿命12年ほど)
- ・殻は丸みのある扇形、殻頂の前後に三角形の耳状突起がある
- ・個体によっては色が薄かったり、赤や黄白色の斑がある

#### ③ ホタテの生態

- ・ホタテ貝の運動能力は二枚貝の仲間では特に優れている  
(→数メートルの距離を一気に遊泳することができる)
- ・外套縁膜の外側や触手には多数の感触器がある  
(→最大の敵であるヒトデなどの捕食動物の機械的な刺激やにおいを感知すると、海水を噴射して、ジャンプして逃げる)



### 3. 調査Ⅱ ホタテ貝殻の成分について

#### ① ホタテ貝殻の主成分、炭酸カルシウムについて

- ・炭酸のカルシウム塩。天然には方解石・大理石・石灰石などの鉱石として産出する
- ・一般には白色個体または無色の結晶
- ・また、それぞれの原料として次のように分類される。

- 石灰石→ポルトランドセメント、酸化カルシウム
- 大理石→建築材料
- 沈降炭酸カルシウム→顔料、塗料、製紙、歯磨き粉

#### ② 炭酸カルシウムの主な使用法

- ・土壌の酸性を「中和」することを目的に使用される
- ・比較的、純度の高いものは薬品用・工業用に適する(→不純物の多いものが農業用)

### 4. 調査Ⅲ チョーク以外の再利用法にはどんなものがあるのか

#### ① ホタテ貝殻のパワー

ホタテ貝殻自体に、強い防虫効果があると言われている。ホタテ貝殻を粉砕後高温にて焼成し、酸化カルシウムとしたものには、除菌／抗菌機能・化学物質軽減機能・化学物質分解機能・防虫／防臭機能がある。この特徴を応用し、ホタテ貝殻粉末を利用して、食中毒を予防しようという働きもある。またホタテ貝殻粉末は、二次原料として様々な商品に応用が可能である。

- 効果
- 有害物質を吸着・分解・除去
  - タバコの消臭効果・結露防止の効果
  - 抗菌性・防カビ

→使い方次第で、様々な分野で応用がきく「環境改善素材」である

\*ホタテ貝殻のリサイクル品\*

例：ホタテ貝殻100%肥料



ホタテで元気 20kg

例：除菌消臭剤



#### ② なぜホタテ貝殻は再利用されるのか

- ・ホタテ貝殻は、抗菌性や吸湿性に優れ、消臭効果も発揮する環境改善素材だから
- ・天然素材100%で、有害物質等の発生はないから
- ・最近「エコ」が話題  
(→自然の物を利用して化学の薬剤などに変わる素材で、効果を求めるニーズが高まっているため)
- ・産業廃棄物としての処理しか出来なかったホタテ貝殻を再利用し、有効的に環境改善素材として利用していくことができるため
- ・また、ホタテ貝殻は空気中の有害物質を分解し、室内環境改善するため

### ③ ホタテ貝殻の再利用法流れ

#### \* 再利用の背景 \*

ホタテ貝は東北、北海道で年間52万トン産出されていて、その貝殻は25万トンになる。その有効利用は25%に過ぎず、残りは土地投棄されるため、廃棄されるホタテの貝殻は年々増え続けている。よって、何とかして生かせないかということでホタテ貝殻は再利用されるようになった。

#### \* 製造工程の流れ \*

- ① 貝殻の塩分を除去するための洗浄工程、水切り解砕、乾燥ラインから構成される。
- ② 解砕された貝殻は、10~15mmの板状になり、200~300度の熱風で一次乾燥される。
- ③ 一次乾燥された貝殻を1mm以下の寸法まで二次粉碎した後、二次洗浄、二次乾燥、焼成することもある。  
(→その後、乳酸や酢酸により、反応させることもある)

#### \* 最終的に \*

一次乾燥品 → 過助剤やカルシウム肥料として再利用  
二次乾燥品、焼成、反応させたもの → 食品添加物や融雪剤として利用

### 5. おわりに

今回調べた内容から、ホタテ貝殻が再利用されることによって、身近なものの役に立っていることを知った。ホタテの殻だけでも本当に数多くのリサイクル品が生まれていて、別の貝殻でもあらたに作れるのではないかという期待がうまれた。

また、再利用されてできたものは身近にあったとしても気が付かずにいることが多いと感じる。そのため、メディアなどで積極的に宣伝をしていく必要があると思う。このリサイクル活動がもっと多くの人に知ってもらえるよう、私自身もこの研究を通して身近にいる人たちに伝えていきたいなと感じた。

ホタテ貝殻のリサイクルについて学んだことで、身近にあるものに、より積極的に目を向けるきっかけとなった気がした。今後も継続して調べていきたいと思う。

#### 【参考文献】

- ・ 週刊朝日百科 「動物たちの地球 64」 ②日本大百科 15、21
- ・ 株式会社チエ [http://chie-shop.com/products/detail.php?product\\_id=25](http://chie-shop.com/products/detail.php?product_id=25) 5/11(閲覧)
- ・ Green Market <http://www.green-market.jp/ecoproducts/others/scallop-recycle/> 5/18(閲覧)
- ・ 大川原製作所 <http://www.okawa.co.jp/service/proposal/03.html>



学年テーマ 自然との共生	グループテーマ マングローブ	個別リサーチテーマ マングローブの育つ環境と植林後の様子
-----------------	-------------------	---------------------------------

**リサーチ内容**

**1 マングローブはどのような環境で育つのか**

東南アジアには  
世界のマングローブの  
40%が集中している

<p>&lt;特徴&gt; マングローブと言われる植物:約 120 種 純マングローブ種:海水の影響を直接受ける地域に分布する 50 種</p> <p>環境に最も適応した樹種が生育していく結果、樹種ごとに帯状にまとまって分布する</p>	<p>&lt;分布場所&gt; ・海水と淡水が混じっているところ ・海水の影響を直接受ける地域 ・気候:熱帯/亜熱帯</p> <p>南北アメリカ大陸沿岸、アフリカ西海岸、アフリカ東海岸からアジア沿岸、太平洋の島々</p>
--	--

<周りの生態系>  
マングローブ林には虫や魚介類など多様な生物が生息しており、食物連鎖がとても複雑。

Ex)  
**根元**  
カニやハゼが生息/海水に浸かっているときは、  
幼魚や小さな生き物の隠れ家  
→それを捕食する哺乳類や鳥類も集まる  
⇒マングローブ独特の生態系が出来上がる (右図参照)

光エネルギー

マングローブ林

↓ エサになる

食動物 → 小型草食動物 → 大型肉食動物

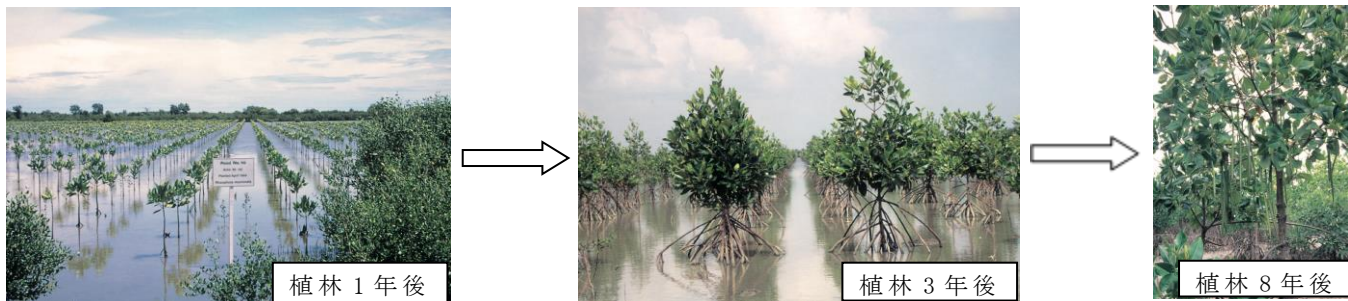
↓ ふん、死

分解者

栄養塩(肥料)

**2 マングローブ林の植林後**

① マングローブ植林の経過



② マングローブ林の利用

<p><u>防波堤/防風林</u> 密に、しっかりと根を張ることで水や風の勢いを和らげ、台風や津波から家や畑を守る。</p>	<p><u>漁業資源を養う</u> 落葉から作られる大量の栄養分によりプランクトンや微生物が発生し、生物を養う。魚、エビ、かに、貝類などが獲れる。</p>	<p><u>建築土木の資材</u> タンニンを多く含み虫食いや腐食に強い。柱や梁に使用される。</p>
--	---	---

そのほかにも、燃料用木炭や薬、染料の材料などに使われている。

**リサーチ結果に基づく自分の考え・今後の課題**

マングローブ林の利用を調べ、人間は自然のままでも、伐採した資材としてもマングローブを利用していることが分かり、人間の活動と自然の保護のバランスはとても絶妙であり、難しいものだと感じた。このバランスを人々が理解し、人間の活動にも環境にも良い影響をもたらすように、保護と伐採のバランスを考えることが今後の課題だと考えた。環境保護のためにも、人間の活動が制限されないためにも、まず、今までの伐採で破壊してしまったマングローブ林の再生のために植林作業を活発に行うべきである。やはり植林作業は環境保護への近道であると思う。今後同じような過ちを繰り返さないよう、過去の経験を忘れては行けないと思う。また、法整備を行い、きちんと機能するようにする必要もあると感じた。

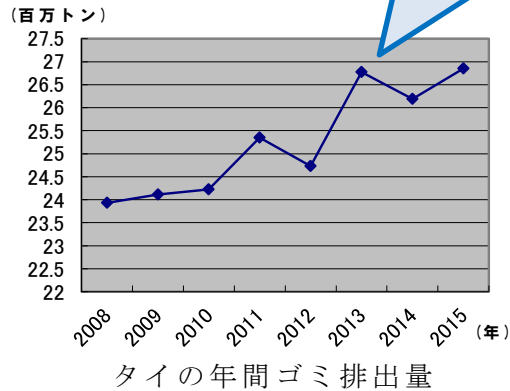
**参考資料** (書名、著者・編者名、発行所、出版年 または web サイトタイトル、URL、閲覧年月日)

- 『100万本の海の森』タイ・マングローブ植林実行委員会 北星堂 2005年
- 『アラブのなりわい生態系3 マングローブ』中村亮、縄田浩志 臨川書店 2013年

学年テーマ	グループテーマ	個別リサーチテーマ
自然との共生	環境	都市のゴミ問題

**リサーチ内容**

< ゴミ問題とは >

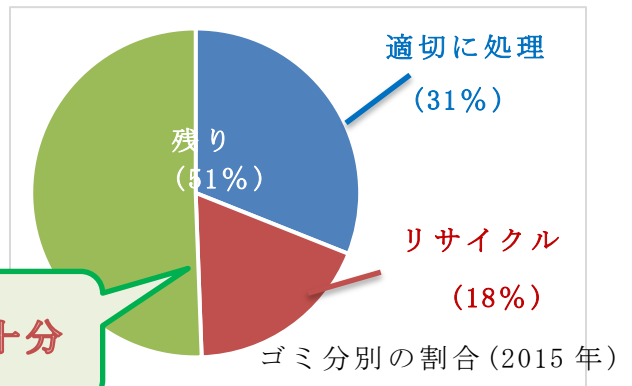


**近年ゴミの量が増加**

(残りにあたるものは、そのまま埋め立てられる。)

しかし...

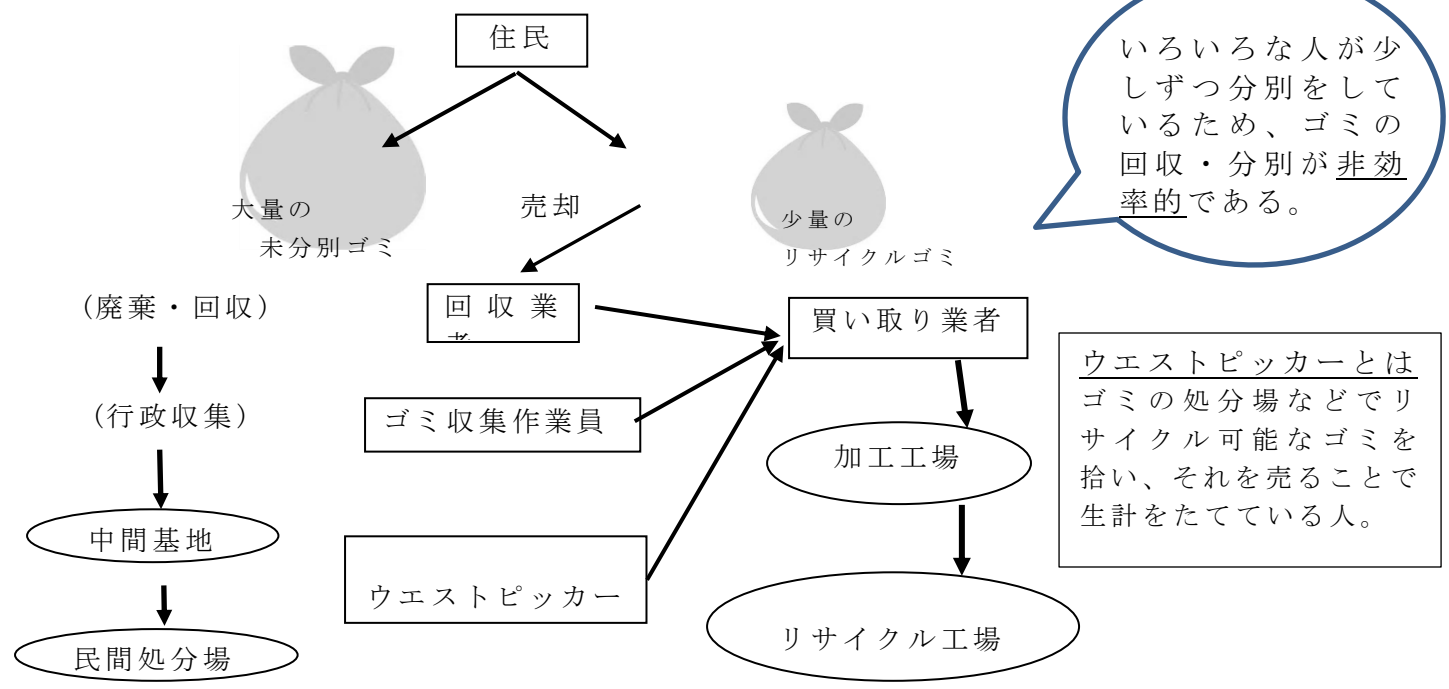
**ゴミの処理が不十分**



(バンコクのゴミは 1 日約 1 万トン!!)

※一般的に廃棄物の 30% はリサイクル可能といわれている

< タイのごみ処理の仕組み >



いろいろな人が少しずつ分別をしているため、ゴミの回収・分別が非効率的である。

ウエストピッカーとはゴミの処分場などでリサイクル可能なゴミを拾い、それを売ることによって生計を立てている人。

**リサーチ結果に基づく自分の考え・今後の課題**

タイでは近年のゴミの増加に対して、分別・リサイクルが十分に行われていないというのが問題です。そのため、ゴミ投棄場では火災が相次ぎ、有害物質で環境問題を引き起こしています。さらに、十分な処理をせずに、そのままゴミを埋めているため、将来的に埋め立て場も足りなくなるのではという問題もあります。

ゴミ処理の仕組みも、最低賃金で働いているゴミ収集作業員は、自分のポケットマネーを得るためにゴミを集めており、すごく非効率であると感じました。また、ウエストピッカーと呼ばれる人たちが集められたゴミの中からまた、売れそうなものを探しており、一度にリサイクルできるものを回収すればよいものを何度も何度もいろいろな人が少しずつ分別して持って行くというような状態はとても非効率的です。

だから私は、まず、分別をしっかりすることが解決への第一歩だと思います。国ではゴミの分別に関する法律を定めていません。バンコクのような大きな都市にゴミの分別に関する条約がもしもできたら、この状況は大きく変わると考えます。

**参考資料 (書名、著者・編者名、発行所、出版年 または web サイトタイトル、URL、閲覧年月日)**

- ・ タイ文化ハンドブック (松下 正弘) ・ [www.wisebk.com/7951](http://www.wisebk.com/7951)
- ・ <http://infofile.ped.go.th/mgt/Pollution Report 2015> ・ <http://jp.chemlinked.com>

# G I 探究報告書

高 2 年 G クラス 番 氏名 M.Y

## 【メインテーマ】

自然との共生

## 【サブテーマ】

タイ研修

## 【探究テーマ】

マングローブの育つ環境と植林後の様子

## 【探究内容】

I マングローブはどのような環境で育つのか

### ① 分布場所

- ・海水と淡水が混じりあうところ
- ・海水の影響を直接受ける地域（感潮域）
- ・気候は、熱帯または亜熱帯
- ・分布の限界は月平均気温 16℃ の等温線と一致する

このような条件のもと、南北アメリカ大陸、アフリカ西海岸、アフリカ東海岸からアジア沿岸、太平洋の島々などに分布している。また、河川や降雨によって淡水が供給される湿潤地域の汽水域を好むため、特に東南アジアには、世界のマングローブの約 40 パーセントが集中している。世界最北の天然マングローブは種子島にあり、それより北にマングローブは存在しない。

その他にも、乾燥地マングローブという、海水の塩分濃度が高い、厳しい自然条件でも育つマングローブもある。

### ② 分布の特徴

マングローブと呼ばれる植物は約 120 種ある。その中でも、特に海水の影響を直接受ける地域に分布する 50 種を純マングローブ種と呼ぶ。

環境に最も適応した樹種が生育していく結果、マングローブは樹種ごとにまとまって分布する。

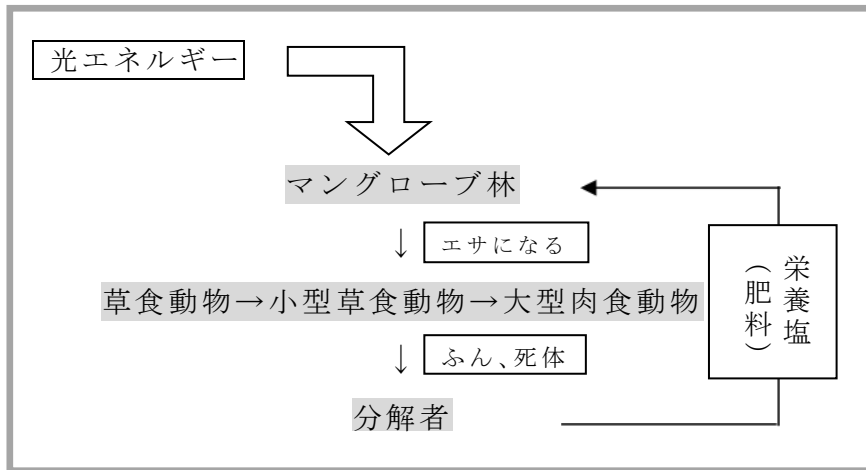
世界のマングローブ総面積は約 1500 万ヘクタールだが、これは世界の森林面積の 0.4 パーセントにしか当たらない。

### ③ マングローブの周り

マングローブ林には虫や魚介類など、多様な生物が生息しており、食物連鎖はとても複雑なものとなっている。この食物連鎖はマングローブの根、葉、幹、枝、種子を基盤として構成される。ここでは、マングローブの根元の生態系を例にとる。

カニやハゼが生息/海水に浸かっているときは幼魚や小さな生き物の隠れ家  
→それらを捕食するほ乳類や鳥類が集まる  
⇒マングローブ特有の生態系が出来上がる

(下図参照)



## II マングローブ林の植林後

### ① マングローブ植林後の経過

#### 植林1年後

樹高1メートル前後まで生育する。マングローブの植林は、植林後の管理が最も重要で、定期的な生育状況の観察や、枯れた個体の補植、植え増しなど、初期の育成管理を整えることが重要。



#### 植林3年後

樹高2~3メートルまで生育する。このころにはもう根や葉が立派に生長しているのが分かる。



#### 植林8年後

樹高6メートル前後にまで生育する。このころには胎生種子を实らせており、子孫を残す準備が始まっていることが分かる。

▶胎生種子  
マングローブが海の中でも子孫を残せるように工夫されている。



## ② マングローブ林の利用

### (1)防波堤、防風林

マングローブの生え方は、密になる上に、多くの根や支柱根が流水のエネルギーを吸収するため、台風や津波から家や畑を守ってくれる。実際に、2004年に起こったスマトラ沖地震では、海岸に生えていたマングローブが津波の勢いを抑えてくれたことで、住民への被害が少なく済んだのである。ほかにも、川岸や海岸は絶えず波や潮流の力によって浸食されている不安定な場所であるが、マングローブがあることによって水流や潮流の勢いを和らげ、沿岸の土地を安定させることができる。また、川の上流から流れてくる土壌を堆積することによって海藻やサンゴなどの水質汚濁に対して影響を受けやすい生物を保護する働きもある。

また、マングローブは生長すると樹高が10メートルになり、葉もたくさんつけるため、防風林の役割も果たす。

### (2)漁業資源を養う

マングローブはよく「海の命のゆりかご」「生き物たちの楽園」と称される。それは、マングローブの落葉が生み出す大量の有機物を堆積する栄養分にとんだ土壌が大量のプランクトンや微生物を発生させ、生物を養う基盤となるからである。またマングローブ林に生息する多様な生物の死骸も、マングローブにとってよい栄養となっている。

マングローブ林内は、日光が遮られるため海水温度が低くなる。また、根が入り組んでいるため、幼魚の誕生や避難場所となっている。

マングローブ地域からの漁業生産物は魚、エビ、かに、貝類などがある。世界全体での漁獲高は年間約1億トンであるが、そのうちの約25～30パーセントがマングローブ林で獲れている。

### (3)燃料用木炭

マングローブの木は堅く締まった材質のものが多いため、炭にすると備長炭のように火力の強い良質な燃料となる。

現在タイではマングローブ保護に力を入れているため、2015年にマングローブからの薪炭製造を禁止する法令が出ている。

### (4)建築土木の資材

タイなど熱帯アジアの国々では、湿地や海辺に高床式の住居が作られている。その際、タンニンを多く含み、虫食いや腐食に強いとされるマングローブの資材が、柱、梁、床材などに使われる。標準的な大きさの家で、約700本のマングローブを要する。家の資材にはオオバヒルギ、船材にはオヒルギが好まれる。

実際にタイでマングローブ植林をする際に訪れたところは、海辺にたくさんの家が建っていた。どの家も高床式となっており、太いマングローブの幹を家の軸として、生えているマングローブを伐採しない方法で建てられていた。これも自然との共生である。

### (5)染料の材料

マングローブの葉は、昔から草木染めの原料として利用されていた。色はチョコレート色に近い茶色になる。マングローブはタンニンを多く含むため、染めると布地が丈夫になり、虫食いにも強くなる。

## 【見出した課題とその理由】

マングローブ林の利用を調べ、人間は自然のままでも、伐採した資材としてもマングローブを利用していることが分かり、人間の活動と自然の保護のバラ

ンスはとても絶妙であり、難しいものだと感じた。バランスを人々が理解し、人間の活動にも環境にも良い影響をもたらすように、保護と伐採のバランスを考えることが今後の課題だと考えた。

また、マングローブの植林活動を実際に行ってみてみえた課題もあった。私たちはマングローブを植える目的地の沖までいくために、海岸から2艘の船に分乗した。しかし、その船から出る排気ガスが多く、私たちは環境保護のためにマングローブを植林しにいったのに、無意識のうちに同時に大気汚染に加担してしまっていた。マングローブの植林活動だけをみても、まだまだ修正点があることを知り、自然との共生の難しさを感じた。

### 【課題解決策】

一つ目に関しては、環境保護のためにも、人間の活動が制限されないためにも、まず、今までの伐採で破壊してしまったマングローブ林の再生のために植林作業を活発に行うべきである。やはり植林作業は環境保護への近道であると思う。今後同じような過ちを繰り返さないよう、過去の経験から学び、行動に移していかなければならない。また、法整備を行い、そのバランスがきちんと機能するようにする必要もある。

しかし、その植林活動に関しても課題はある。走らせるたびに排気ガスを大量に排出する船は環境破壊の一步である。大気汚染物質の排出がほかの船と比べて少ないエンジンを利用したり、エンジンを利用せずに手漕ぎにしたりするなど、工夫をする必要がある。

### 【下級生への引継事項】

タイ体験学習でマングローブ植林活動を行う際に、実際に先輩方が植えたマングローブを訪れ、生育具合を見てくること。

### 【参考図書・URL】

『100万本の海の森』タイ・マングローブ植林実行委員会 北星堂 2005年  
『アラブのなりわい生態系3 マングローブ』中村亮、縄田浩志 臨川書店 2013年  
マングローブ樹林「緑の絨毯作戦」による沿岸生態系の修復 (PDF) 加藤茂 2006年

# G I 探究報告書

高 2 年 SS クラス 番 氏名 T.M

## 【メインテーマ】

「自然との共生」

## 【サブテーマ】

タイ研修

## 【探究テーマ】

都市のゴミ問題

## 【探究内容】

### 1 はじめに

近年、タイは急激な工業化が進み、経済発展が著しい。その一方で様々な環境問題が起こっている。廃棄物問題もそのうちの一つだ。

タイのゴミの量は年々増加している。(図 1) バンコクで 1 日に排出される

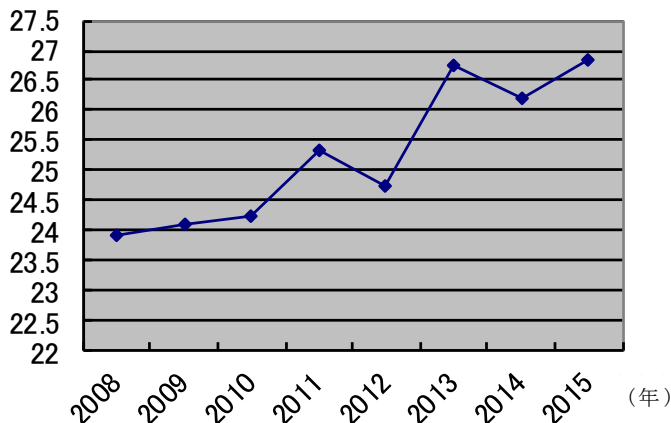


図 1 タイの年間一般廃棄物

る一般廃棄物の量は約 1 万トンだ。さらに、その多くは適切な処理がされないまま埋め立てられる。

今年の夏、私がタイを訪れた時も道路や川にはたくさんのゴミが落ちていた。スラム地区では、家の周りにたくさんのゴミが落ちており、プラスチックやアルミでできたものは自然にかえることはできないので、異臭を

出す原因となっている。また、私たちが宿泊していた宿舎でも、ゴミの分別を行っておらず、食事のでた生ゴミとプラスチックの袋を同じゴミ箱に捨てていた。

そこで、本稿では、タイのゴミのリサイクル率や、ゴミ処理の仕組み、政府の対策などを元に、私なりの解決策を見いだす。

### 2. タイのゴミ処理の現状

表 1 は、タイの 1 年間にでた一般廃棄物量とその処理方法の割合を示したものだ。まず、年々ゴミの量が増加していることがわかる。

その中でリサイクルされているゴミは全体の 20% にも満たないことが多い。世界では一般的に、家庭からでるゴミの 30% はリサイクル可能とされているが、タイでのリサイクル率は 19% 前後と、リサイクルできるゴミのうち

の約7割しかリサイクルされていない。毎年商品価値にして100億円以上のゴミが処分されている。タイではあまり分別の意識が高くなく、近年ペットボトルとその他のゴミのゴミ箱を分けるようになってきたが、それでもほとんどの場所では分別が行われていない。

また、50%以上の廃棄物が、廃棄物処理をされないまま埋め立てられていることが分かる。粗雑な管理のゴミ投棄場では火災が相次いでおこる。また、処理していないゴミを放置することで有害な物質がたくさん出ることになり、大気汚染や土壌汚染、地下水の汚染など様々な環境問題をひきおこす原因になっている。また、このまま大量のゴミを埋め立てていくとすぐに埋め立て場がなくなる恐れがある。

(百万トン)	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年
総量	23.93	24.7	24.22	25.35	24.73	26.77	26.19	26.85
適切に処理された量	5.69 (24%)	5.97 (25%)	5.77 (24%)	5.69 (22%)	5.83 (24%)	7.42 (28%)	7.88 (30%)	8.34 (31%)
リサイクルされた量	3.45 (14%)	3.86 (17%)	3.9 (16%)	4.1 (16%)	5.28 (21%)	5.15 (19%)	4.82 (18%)	4.92 (18%)
残り	14.79 (62%)	14.28 (58%)	14.55 (60%)	15.61 (62%)	13.62 (55%)	14.2 (53%)	13.49 (52%)	13.59 (51%)

表1 タイの方法別 処理されたゴミの量

### 3 タイのゴミ処理の仕組み

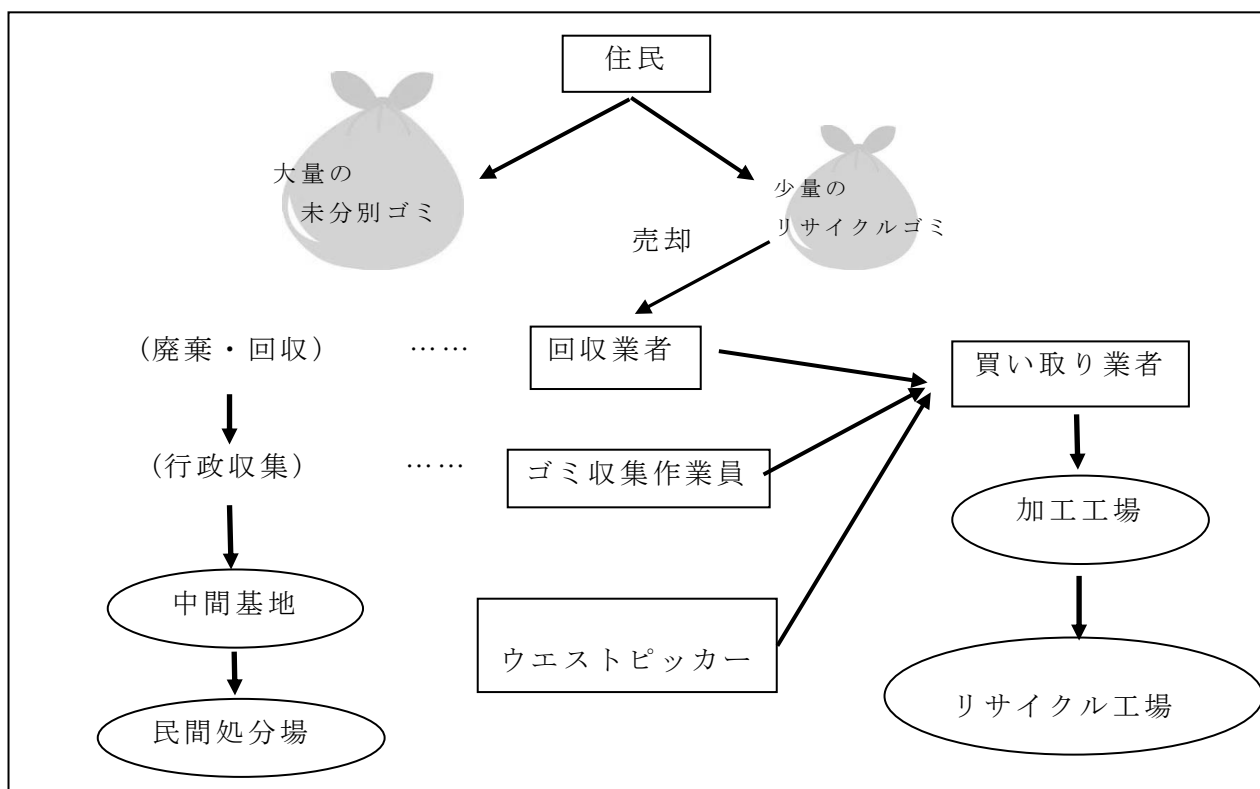


図2 タイのゴミ処理の仕組み



図2は、タイのゴミ処理の仕組みを模式図にしたものだ。

住民は分別することは少ないが、分別したリサイクル品は回収業者に売ることができる。大量にでた未分別ゴミはゴミ収集作業員によって回収される。しかし、この作業員の多くは、最低賃金ギリギリの給料で働いているため、回収したゴミの中からリサイクル可能なゴミを拾い集め、それを売って自分の収入を増やそうとしている。そのため回収効率が悪く、回収されないゴミがあったりもする。その後、中間基地に一度ゴミは集められ、最終処分場に運ばれる。このゴミの山からリサイクル品を集めるのがウエストピッカーと呼ばれる人たちである。ウエストピッカーとは、ごみの中からリサイクル品を回収し、それを売ることによって生計を立てている人たちのことである。主に埋め立て地周辺に住んでいる。ウエストピッカーの多くは子どもである。

このように、分別されずに捨てられたゴミの中からはいろいろな人がリサイクル品をとるようにしているのはとても効率が悪い上、全てを回収しきることができない。

#### 4 廃棄物に関わる法律

##### (1) 国家環境質向上保全法

1992年に成立した、全7章、115条からなる法律。国家環境委員会や公害対策委員会等の組織規定や環境基金の成立、環境基準の制定、環境影響評価等に関する規定を有する環境保全の基本法。

この国家環境質向上保全法の規定に基づき、1997年に国家環境質向上政策・計画が策定された。これは、大きく4つの目標を設定している。

- ① 一般廃棄物の発生量を1人1日1.0kg以下とする
- ② バンコクと全国の市における一般廃棄物のリサイクル率を15%以上にする
- ③ 市における一般廃棄物を全て管理することとし、市外での未処理廃棄物を10%以下にする
- ④ 各県で衛生的な一般廃棄物管理のマスタープランを策定する

##### (2) 公衆衛生法

1992年に成立した法律。住民の健康、健全な暮らし、および生活の質に直接的に関係する事柄について定めている。

この法律では、ゴミと排水の管理は、収集、輸送、および処分まで地方公共団体の管理下にある。と定めており、ゴミの回収・処理に関しては、地方政府が独自に法規制を行うことにしている。

バンコクでは、「ごみは専用のコンテナで処理しなければいけない」、「公共の場所に廃棄物を捨ててはいけない」、「決められた日と以外ごみのコンテナを運んではいけない」などのルールがある。

#### 5 これからの課題と解決策

私は国民の分別への意識をあげることに、ゴミ収集人の給与をあげることをすべきだと考える。まずは、ゴミ収集の際に非効率であることを直すべきではないか。そもそも国民が分別をするようになり、ゴミ収集人も十分な給料をもらっていれば、ゴミのリサイクル率が自然とあがるだけでなく、ゴミを回収するのに必要な労力が減る。その代わりに、ゴミの処理の方へ労働者を送る。今までよりもリサイクル量が増

えて、新たに手にしたお金を使えば、ゴミ処理の施設を新しくしたりすることができ、今までそのまま埋めていたゴミをしっかりと処理することができるようになる。この方法によって、有害物資による環境問題を防ぐだけでなく、新しい施設では新しい働き手が必要となるので、ウエストピッカーのような人たちにも仕事が回ってくる可能性が出てくると考える。

まずは短期的な目標として、国民の分別への意識をあげるべきだと考える。そのためには、各地域で、ゴミの分別や廃棄に関するルールをつくるべきだ。例えば、経済的に苦しい人がわりと少ない地域では、日本のように、ゴミの廃棄を有料化してはどうだろうか。

#### 【見出した課題とその理由】

- ・ゴミ処理の際にゴミ収集作業員の効率がわるいこと
- ・国民の分別への意識が低いこと

ゴミ収集の過程で、かなり効率の悪いことが分かった。それは、もともと住民が分別への意識が低いことが原因としてあげられる。

#### 【課題解決策】

まず、地域ごとにそれぞれがルールを作り、住民の分別への意識をあげる。そして、ゴミ収集作業員の給与を上げる。その結果、ゴミ収集の効率が良くなり、今まで以上にリサイクルを進めることで得たお金をゴミ処理の施設や回収車などの費用に回すことができれば、さらにゴミ処理が進歩すると考える。

#### 【下級生への引継事項】

本があまり見つからないテーマもあるので、ネットでの情報収集をしっかりできるようになっていた方がいい。

#### 【参考図書・URL】

- ・タイ文化ハンドブック（松下 正弘）
- ・ [www.wisebk.com/7951](http://www.wisebk.com/7951)
- ・ <http://infofile.ped.go.th/mgt/Pollution Report 2015>
- ・ <http://jp.chemlinked.com>