

平成 27 年度松阪市バイオマス活用推進に
関する調査報告書

松阪市におけるバイオマスの利活用を
すすめるために

平成 28 年 2 月

名古屋大学大学院環境学研究科附属
持続的共発展教育研究センター

内容

1. はじめに	3
2. 木質バイオマスの利活用について	3
2-1 松阪市の木質バイオマスの利用状況.....	3
2-2 人工林皆伐後の広葉樹植栽について.....	4
2-2-1 政策的な視点	5
2-2-2 研究者による技術的な研究	6
2-2-3 実際の施業事例と補助制度	7
2-3 松阪市の状況	8
2-4 考察.....	10
2-4-1 補助金創設に向けての論点整理	10
2-4-2 補助金創設の効果	11
3. 廃棄物系バイオマスの利活用について	12
3-1 業務の目的とこれまでの経緯	12
3-2 国内のバイオディーゼル燃料の動向について	13
3-2-1 バイオディーゼル燃料とは	13
3-2-2 バイオディーゼル燃料の品質規格	14
3-2-3 国内での活用事例	16
3-2-4 補助制度.....	19
3-3 松阪市の廃棄物系バイオマス（廃食用油）の利用状況	19
3-3-1 市内の活用事業者へのヒアリング	19
3-3-2 製造事業者（A社）へのヒアリング	19
3-3-3 製造事業者（B社）へのヒアリング	20
3-4 考察.....	20
4. 年度評価について	22
4-1 業務の目的	22
4-2 年度評価の方法.....	22
4-2-1 年度評価の考え方	22
4-2-2 数値化の方法	23
4-3 年度評価の算定結果.....	23
4-3-1 算定結果への留意点.....	23

4-3-2 年度評価の算定結果.....	24
4-4 考察.....	25
5. おわりに.....	25

1. はじめに

本調査は、平成 26 年 3 月に制定された「松阪市バイオマス活用推進計画」の目標達成に向け、市内に賦存する木質バイオマスの活用率を向上させるための具体的手法の構築及び、廃棄物系バイオマスの有効利用に関する事業コンセプトの構築、および計画の年度評価を行うことを目的に、平成 27 年 9 月から平成 28 年 2 月までを研究期間として行われたものである。名古屋大学大学院環境学研究科附属持続的共発展教育研究センター内にある臨床環境学コンサルティングファームが受託し、以下の体制で調査研究を行った。

研究代表者

高野雅夫 環境学研究科・教授（統括・廃棄物系）

研究分担者

福島和彦 生命農学研究科・教授（木質バイオマス）

研究補助者

永利智子 (株)アトレア・コンサルティング・代表取締役（廃棄物系）

井筒耕平 村楽エナジー (株)・代表取締役（木質バイオマス）

木質バイオマスの利活用の方策については、松阪市林業・農山村振興課担当者との打ち合わせを重ね、文献・事例調査およびヒアリング調査を行った。廃棄物系バイオマスの利活用の方策については、松阪市環境・エネルギー政策推進課担当者と打ち合わせを重ね、文献・事例調査およびヒアリング調査を行った。計画の年度評価については、こちらが提示した項目について担当課から情報を提供していただき数値的な評価を行った。

以下、2 章では木質バイオマス利活用推進について、3 章では廃棄物系バイオマス利活用推進について、4 章では年度評価についてそれぞれ調査結果を報告する。5 章では全体をまとめて本調査で明らかになった事項と政策提言について提示する。

2. 木質バイオマスの利活用について

2-1 松阪市の木質バイオマスの利用状況

平成 26 年度の調査において、松阪市は林業・林産業が非常に盛んな状況であ

ることがわかった。間伐面積は毎年約 1,000ha、搬出量は 3 万 m³ を超えており、これらに関わる林業者は 250 名（自伐林家 100 名含む）と、1 つの確立した産業となっている。

平成 26 年 11 月から稼働したバイオマス発電（三重エネウッド）には、松阪市内からの供給量が平成 24 年度に 450t、平成 25 年度に 3,201t、平成 26 年度に 6,562t と増加しており、平成 27 年度は 12 月現在ですでに 11,049t が搬入されていることから、順調に市内からの供給量も増加している。

こうした明るい状況の一方で、市内に広がる 3 万 ha のうち、1/3 にあたる約 1 万 ha が奥地であったり林業が盛んな地域ではなかったりすることから、ほぼ整備が進んでおらず、よって樹木の成長が進んでいない状況である。こうした森林では、立ち木の経済的価値は低く、よって施業の経済性も低いことから、様々な工夫が必要な状況となっている。

これを解決するための手段の 1 つとして、一定の面積において 100% の伐採を行う皆伐施業が妥当であると考えられる。皆伐は、作業効率が高く、自然環境が悪化した場合の更新の手段という側面もあって、重要な手段である。ただし、皆伐面積が広大になると土砂災害発生の危険性を考えなくてはならないなど、皆伐面積や皆伐箇所については環境保全の観点からの議論が必要であり、また、経済性についても現場によっていくつかの皆伐手法があると考えられることから、「皆伐」といっても 1 種類ではないことに注意が必要である。

本報告書では、この皆伐に着目し、特に皆伐後の植林について新しい手法を議論する。これまで、人工林の皆伐後にスギやヒノキを植林することが一般的であった。しかしながら、スギ・ヒノキは広葉樹に比べて成長が遅く、収入サイクルが世代を超える長期的な森林経営となる。よって、市内森林の一部に広葉樹の植林を進めることを検討する。中でも松阪市ではクヌギの植林を検討しており、これについて論点を集中させて議論する。

2-2 人工林皆伐後の広葉樹植栽について

スギ・ヒノキを皆伐し、広葉樹を植林するという提案に対する様々な検討を行う。政策的な視点、行政や研究者による技術的な研究、具体的な事例について調査した。

2-2-1 政策的な視点

1) 相川高信（三菱 UFJ R&C）「21 世紀の国土のために「縮小」造林政策を考える」（2014）

- ・人工林の広葉樹等への転換技術は、確立されていない。
- ・ゾーニング（土地利用に関するトータルな視野）が重要。
- ・豊田市のような、総合的なプラン*必要。

※豊田市は、平成 19 年 3 月「豊田市 100 年の森づくり構想」を策定し、市の全域にわたる森林について、「林業経営林」と「針広混合林」に大きく分類し、それぞれの役割を持たせるよう位置づけた。

- ・草原利用も 1 つの戦略（シカの餌、捕獲）

2) 徳島県「くぬぎ造林のすすめ」（発行年不明）

徳島県によるクヌギ造林のための指南書。種子、苗木づくり、造林、株消え現象など、初期段階の造林手法から始まり、下刈り、施肥、伐倒手法などの育成や収穫段階までがまとめられている。

伐期について詳しく書かれており、たとえば萌芽がよいのは、地際直径 25cm 以下であるとか、しいたけ原木としての歩留まりよく生産できる胸高直径は 14cm になったときであるとか、伐採時期は 11 月下旬（萌芽だけ考えるなら 2-3 月）であるなど、具体的に道筋が示されている。

さらに具体的な施業事例にも触れており、植え付け後の伐期（初めては 8 年、その後は 15 年など）や芽立ちの箇所を低くするコツなどが示されている。

3) 世界農業遺産大分県国東（くにさき）半島宇佐（うさ）地域の「クヌギ林とため池がつなぐ国東半島・宇佐の農林水産循環」の取り組み

大分県国東半島の宇佐地域では、クヌギを利用した原木しいたけの栽培が伝統的に行われている。クヌギの植林は明治以降に始まっており、技術的に確立したものになっている。また、使い終わったクヌギのしいたけ原木は、「ミネラル豊富な柔らかい土となり、保水層を形成（農水省ウェブサイト）」し、ため池に安定した水辺環境を作り、多様な生態系を育てているとのことである。この地は平成 25 年に世界農業遺産に認定されており、広葉樹林とその周辺環境、さらには人々の暮らしとが一体となったモデルケースとして世界的に認められた事例であり、政策的にも農林水産省や大分県のウェブサイトで紹介されるなど、

松阪市にとって参考にできる事例であると考える。

2-2-2 研究者による技術的な研究

1) 黒瀬勝雄「スギ・ヒノキ人工林を広葉樹林に更新する技術の研究 岡山県林試研報 21」(2005)

- ・岡山県北部での実測調査。
- ・埋土種子（種が地面の中に埋まると、数年から数十年にわたって種子が休眠し、発芽しないで地中でいきているもの）の数は、ヒノキ林はスギ林の約3倍。
- ・スギ・ヒノキ人工林における埋土種子のうち、木本類の発生個体数は約9%。高木性は見られない。
- ・皆伐後の植生回復の論点は、伐採前の林況、位置、土壌条件、ササやクズの存在、種子、種子を散布する動物の存在、食害する獣類の存在。
- ・斜面上部では多くの樹種の侵入が期待できるため、草本類や木本類の除去によって、広葉樹の生長を促進することが可能と考えられる。
- ・斜面下部では草本類の成長によって、広葉樹類が早期に消失する恐れがある。
- ・広葉樹を植栽する場合には、土壌条件を見極め、十分な成長を見極める樹種を選択する必要がある。

2) 大住克博（森林総合研究所関西支所）「広葉樹林化の背景と技術的可能性」(2008)

- ・広葉樹林化の目的は2つ。1つは公益的機能の増進。もう1つは経済性。
- ・広葉樹林化の効果について、洪水調節機能は×、水源かん養機能はある程度の効果○。土砂流出機能は、針葉樹林でも広葉樹林でも大差ない△。気候変動抑止機能（炭素固定）は、針葉樹林（スギ）より低い×。水質保全機能は、高い○。生態系保全機能は一定の効果○。文化的機能（景観）は、よい◎。
- ・技術的には、針葉樹林（人工林）とは根本的に違う技術体系が必要だろう。まだまだ十分な準備がなされていない。
- ・二次林の種構成の違い。草地のあとの二次林は、種子が軽く風散布による樹種多く、また、陽樹的で成長が早い樹種も多い。天然林のあとの二次林は、埋土種子を供給する樹種。二次林のあとは、萌芽力の強いもの。たとえばナラ。
- ・人工林の成熟を前に、資源として利用しないまま、未熟な広葉樹林化に切り替えることは、せつかくの資源を壊すことにならないか。

・小流域を単位とした広葉樹林の導入と配置こそ、広葉樹林化の考えを最良の形で生かしていく手法ではないか。

・前提として難しいことを認めておく。そして、①失敗に対して救済が必ず行われる仕組みとしてのセーフティネットを技術的・予算的な措置を含めて施業体系に組み入れること。②失敗分析と、技術体系の見直し回路の必要性。

3) 山田哲弘（岡山県自然保護センター主幹）ヒアリング

・上部や尾根沿いはアカマツ、中下部は複数樹種の植栽によって、多様性の高い森林に。

・コナラやクヌギ利用なら 10-15 年が伐期と聞いている。ただし、経済性が高いかは不明。

・環境林にするということなら補助金への妥当性は高い。

4) 参考資料

津布久 隆『補助事業を活用した里山の広葉樹林管理マニュアル』（2008）

2-2-3 実際の施業事例と補助制度

1) 栃木県茂木町（津布久隆氏が指導）

コナラ低林施業（20年周期。コナラ・クヌギが高木に成る前に伐採。昭和30年代の燃料革命を経て薪炭材の需要が減った後も、茂木町では、シイタケ原木生産のために、この方法の里山管理が一定程度続いてきた。背の低い林だから木も細く、伐採後に人力で木寄せし、軽トラックなどで搬出できる。林業経営につきものの大型機械も不要だ。木材生産業者に頼んでも、経費は1ha当たり50万円以下という。シイタケ原木は90cm1本が150円程度。1haで通常5千本くらいとれるので、計約75万円になる。業者をいれても赤字は出ないし、所有者が自前でやれば、そこそこの収入といえそうだ。

http://www.sato100.com/?page_id=117

2) 岡山県美作県民局勝英地域森林課 ヒアリング

補助金制度について、電話によるヒアリングを行った。以下、皆伐時の補助制度は以下のようになっている。

条件：3,000本/ha植栽の場合

①スギ皆伐➡スギ植栽 824,000 円/ha

②広葉樹皆伐➡スギ植栽 1,151,000 円/ha

地拵えの負担が大きいこと、広葉樹皆伐は収入が低いことの 2 点の理由で補助金が高いとのこと。

③スギ皆伐➡広葉樹植栽

コナラ植栽 776,000 円/ha

クヌギ植栽 737,000 円/ha

カン植栽 595,000 円/ha

これらは、苗木代の違いによるものとのこと。

2-3 松阪市の状況

1) 獣害対策

クヌギを植栽した場合、獣害対策はいくつかあるが、ここでは主に以下に挙げる 2 種類について議論する。1 つは金網でエリア全体を囲う手法で、一度囲ったら放置する手法であり、もう 1 つは苗木自体を網で 1 つずつ囲い 3 年ほどで囲いを除去する手法である。前者は非常にシンプルだが、植栽から 12-15 年後の伐採時には雑草等に覆われる可能性があり、メンテナンスに難がある。後者は手間がかかるが、雑草等に覆われる心配はあまりない。どちらを選択するかは業者次第であるのが現状であり、試行を行いながら情報を蓄積していく必要があると考える。

下刈りについては、行わない方が有効であるという仮説も存在する。苗木の樹高は約 1.1m あり、下草より高いため埋もれることは無く、また下草があったほうが獣の侵入が防ぎやすく、食害に合いづらいと考えられる。

2) 広葉樹の需給について

まず需要について記述する。東日本大震災以降、クヌギの椎茸原木向け販売単価が 230 円/本 (90cm) から 300-400 円/本まで上がっている。これを材積に換算すると、1m³あたり 25,000 円となり、スギ・ヒノキの単価を超えている。ただし、一時的な価格上昇の可能性もあるので留意が必要である。

また、松阪飯南森林組合菌床しいたけ培養センターでも買い取ることができる。買取単価は 1 万円/m³であり、末口直径の上限は 30cm とのことである。年間原木取扱量は 4,000m³であり、県内からの入荷が 9 割を占めている。しいた

け販売だけでなく、半数以上が菌床そのものを販売している。

一方、供給については、林業が盛んでない市内東部（旧松阪、旧嬉野）に賦存量の多い可能性が高いと考えられる。西部（旧飯高、旧飯南）は大規模化して手入れもしっかり入っているが、東部はほぼ手入れがされておらず、森林自体は道に近く搬出経費が相対的に安価であり、交通の便もよいことから、ここを皆伐して広葉樹林とすることも検討してはどうかと考える。たとえば、年間に市内で 30ha の皆伐補助があれば、ha あたり 400-500m³ の材積が搬出されるため、年間 1.2-1.5 万 m³ がバイオマスやしいたけに出荷可能となる。



3) 補助制度

皆伐後の広葉樹植栽については、事業費が ha あたり約 158 万円かかるところ国庫補助で 108 万円ほどがカバーされる。差額 50 万円/ha が市の補助で埋められれば、山主負担なく植栽が進められる。（昨年度調査で、市内の皆伐後の新植は 10%程度に留まっており、植栽率の向上は急務である。）また、県の広葉樹への補助制度は、針葉樹に比べて低い。県の補助制度の補強も含め、検討が必要

である。

2-4 考察

2章で検討した結果、補助金創設に向けて、技術的な困難さ、経済性、環境への影響の3点が論点として考えられる。また、補助金創設に関する効果について考察した。

2-4-1 補助金創設に向けての論点整理

1) 技術的熟度

人工林皆伐後、クヌギ林の生育と管理は、技術的に確立されていないとの指摘もあるが、実施されている地域もある。地域によっては育成マニュアルも存在するため、参考にできると考える。

獣害についても留意が必要である。網の取扱いについて、また下草刈りの実施の有無についても試行を重ねながら、情報の蓄積が必要である。

2) 経済性

経済性は高い部分もあるが、不確実性も高い。クヌギの単価上昇についても、長期的な価格変動への留意が必要であると考え。ただし、市内の菌床センターの買取量は4,000m³で安定しており、単価も安定的であることから、一定量の販売先の確保はできるであろう。

国庫補助金額は、広葉樹植栽の方が低く、市による上乗せ補助は妥当性がある。さらに、経済林ではなく、環境林にすることによっても、市の補助制度創設の正当性が高いとも考えられる。

3) 環境への影響

コナラの場合には、アレロパシー作用¹による表土消失リスクがある。クヌギのアレロパシー作用はコナラよりは低いが存在するため、環境影響評価についても、試行しながら適正な栽培が必要となる。また、国東半島の事例のように、クヌギから生産されるしいたけ原木から得られる栄養分が、自然環境の営みに好影響を与える事例もある。

¹ ある植物が他の植物の生長を抑える物質（アレロケミカル）を放出したり、あるいは動物や微生物を防いだり、あるいは引き寄せたりする効果の総称。ここでは、他の植物の生長を抑える効果のこと。

2-4-2 補助金創設の効果

松阪市として、皆伐後の広葉樹植栽上乘せ補助金の創設を行った場合の効果について考察する。

平成 26 年度報告書において、市内事業者の皆伐可能面積は 30ha と推定された。2-4 章において、30ha のクヌギを皆伐した場合には、1.2 万 m³ から 1.5 万 m³ が搬出され、しいたけやバイオマスに販売される。たとえば、8 割がバイオマス発電用に納入された場合には、新たに市内からのバイオマス供給量が約 1 万トン増加する。現在の発電所用木材の買取単価 7,500 円/t（税抜）と仮定し算定すれば、75,000,000 円の原木仕入先を市内に変更できることになり、その分地域外への資金流出を抑制できる。必要な補助金は、ha あたり 50 万円（30ha で 15,000,000 円）であることから、経済性の面でも効果があると考えられる。

3. 廃棄物系バイオマスの利活用について

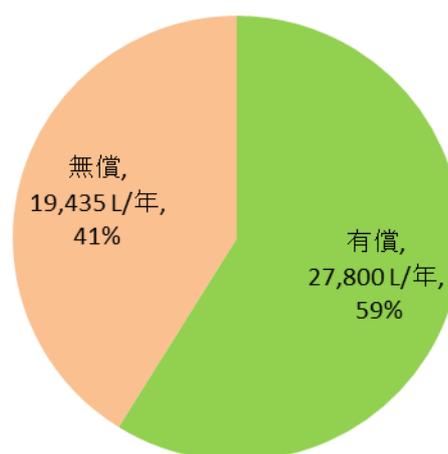
3-1 業務の目的とこれまでの経緯

本業務では「松阪市バイオマス活用推進計画」の目標達成に向け、廃棄物系バイオマス（廃食用油）の活用率向上に向け、具体的な施策に対する指導・助言及びその成果を提言として報告する。

平成 25 年度に策定した松阪市バイオマス活用推進計画では、民間の活動として廃食用油を集めてバイオディーゼル燃料として活用している事業者があることが報告された。しかし活用量は少なく、家庭からの廃食用油の発生量 42t/年のうち 1%未満の活用に留まっており、10 年後の平成 35 年度での活用量の目標を 10%の 4t/年と定めた。

平成 26 年度の調査研究では、バイオマス活用推進計画には計上されていない事業系の廃食用油の発生及び処理の状況を一般廃棄物に限って把握を行った。その結果、発生場所ごとに資源物として有償で販売されていることがわかった。廃食用油はその後、各リサイクル事業者でバイオディーゼル燃料等としてリサイクル及び活用されており、事業者も複数あることもわかった。事業系の一般廃棄物は、ごみとして排出する場合は運搬・処理費用を支払わなくてはならないため、ごみ削減の一環として、自主的に資源物としての取引を開始しているようである。このため、事業系については、資源として既にほとんどがリサイクルされていると言える。

現状では、事業系廃食用油をリサイクルした燃料のほとんどが市外で活用されていることから、今年度の調査研究では、市内での循環利用を行うための可能性調査として、リサイクル後のバイオディーゼル燃料を市の公用車で活用する場合の調達手法などについて検討した。

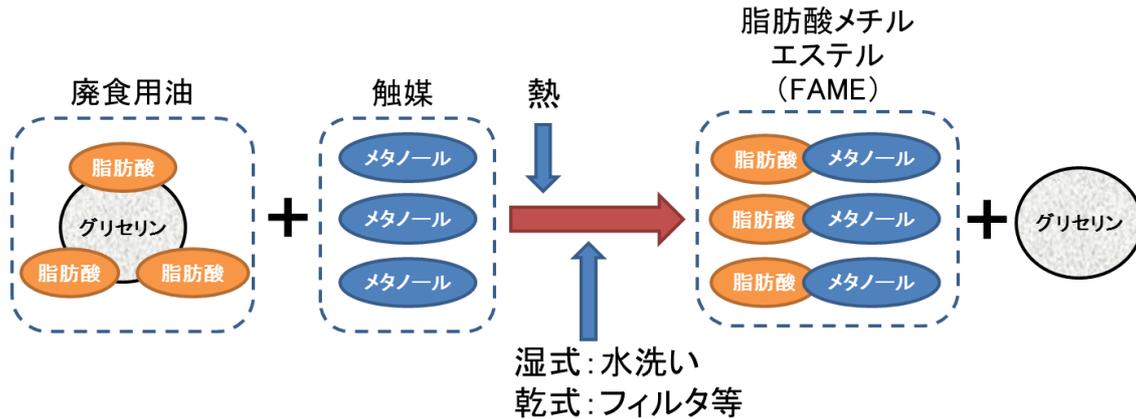


事業系廃食用油の取引状況
(平成 26 年度松阪市調べ)

3-2 国内のバイオディーゼル燃料の動向について

3-2-1 バイオディーゼル燃料とは

バイオディーゼル燃料とは、軽油の代替燃料として、植物油を原料としたディーゼルエンジン用の燃料のことを言う。廃食用油を回収して下記に示すアルカリ法（メチルエステル化）によりバイオディーゼル燃料（FAME）を製造するのが一般的である。



アルカリ法の製造過程には、湿式と乾式の 2 種類があり、湿式では水を加えて不純物を除去し、静沈させて上澄みを燃料として利用する。乾式ではイオン交換樹脂等のフィルタを用いて不純物を除去する。湿式では、副産物のグリセリンの他に燃料製造量の 2 倍～4 倍にあたる排水が発生する。この処理が適切に行われない場合は、環境面で課題が残ることがデメリットと言える。乾式の場合は、イオン交換樹脂フィルタの目詰まりによって製造効率が悪くなる場合や、フィルタの頻繁な購入費用で収支が合わなくなる可能性があるほか、フィルタが廃棄物として発生するデメリットもある。いずれにしても、副産物のグリセリンや排水・フィルタの処理方法も含めてトータルでの環境性を評価して取り組む必要がある。

	メリット	デメリット
湿式	・安価に製造できる	・排水が大量に発生するため適正処理が困難
乾式	・排水が発生しない	・イオン交換樹脂フィルタが高価 ・目詰まりによる効率低下と生産コスト増加の可能性

他に先進的な事例では、第二世代バイオディーゼル燃料（HVO：植物油等に触媒と高温の熱を加え分解油を製造し、さらに水素化処理により従来の軽油と同等の成分とした燃料）として原料油に触媒と高温の熱を加えて反応させ、分

解油を製造する方法もあるが、高温高压を要するので小規模の地産地消には適しておらず普及には至っていない。

3-2-2 バイオディーゼル燃料の品質規格

1) バイオディーゼル燃料の製造・利用に係るガイドライン【通称：協議会規格】 (全国バイオディーゼル燃料利用推進協議会) (平成 25 年 3 月修正版)

バイオディーゼル燃料は、それぞれの油脂が持つ脂肪酸の種類によって ①酸化しやすい、②低温で固まりやすい、③熱でスラッジを発生しやすいといった性質を持ち、品質面で粗悪なバイオディーゼル燃料や製造工程で発生する副産物の不適切な処理等が散見されるなど、バイオディーゼル燃料の取り組みに影響を及ぼしかねない課題がある。

こうした状況を踏まえ、本ガイドラインは、原料となる廃食用油の品質、バイオディーゼル燃料の製造、バイオディーゼル燃料製造工程で発生する副産物の適正処理、バイオディーゼル燃料を自動車用燃料として利用する場合の留意点等、バイオディーゼル燃料の原料収集から、製造、利用までの指針を示している。

- ・対象：ニート（B100；100%で使用する場合の名称）及び、B5
- ・民間規格であるため、法的な拘束力はない。
- ・混合用原料（FAME）用の JIS 規格に、流動点、目詰点及び酸化安定性の 3 項目の推奨値を加えた合計 26 項目の規格とした。
- ・26 項目の協議会規格のうち、「動粘度」、「水分」、「メタノール」、「トリグリセリド」、「遊離グリセリン」の 5 項目について、最低限遵守すべき規格項目とする「協議会モニタリング規格（協議会強制規格）」として定めた。なお、製造方法は問わない。
- ・協議会では、会員向けに 26 項目の協議会規格及び、5 項目の協議会モニタリング規格について分析・証明サービスを行っている。平成 25 年 12 月現在で、全項目適合は 2 社、5 項目適合は 17 社の実績がある。

分析及び結果評価に係る費用＜含：適合証発行費用＞

全項目（1 回 5L）		5 項目（1 回 200mL）	
年度内依頼数	単価（円）	年度内依頼数	単価（円）
1 個目	2 4 3, 0 0 0 (258, 000)	1 個目	4 6, 0 0 0 (50, 000)
2 個目	2 4 0, 0 0 0 (254, 000)	2 個目	4 5, 0 0 0 (49, 000)
3 個目以降	2 3 7, 0 0 0 (250, 000)	3 個目以降	4 4, 0 0 0 (48, 000)

※カッコ内は自治体賛助会員の価格

出典) バイオディーゼル燃料品質分析受付に関して (同協議会) 平成 27 年 5 月

バイオディーゼル燃料における「協議会規格」

項目	単位	協議会規格	参 考	
			JIS規格	京都市暫定規格
脂肪酸メチルエステル含量(FAME)	質量%	96.5 以上	96.5 以上	—
密度(15°C)	g/cm ³	0.86-0.90	0.86-0.90	0.86-0.90
動粘度(40°C)	mm ² /s	3.5-5.0	3.5-5.0	3.5-5.0
流動点	°C	-30~+5(気候による) ※1	当事者間合意	-7.5 以下
目詰点(CFPP)	°C	-19~-1(気候による) ※1	当事者間合意	-5 以下
引火点(PMCC)	°C	120 以上	120 以上	100 以上
硫黄分	Ppm	10 以下	10 以下	10 以下
残留炭素(10%残油)	質量%	0.30 以下	0.30 以下	0.30 以下
セタン価		51 以上	51 以上	51 以上
硫酸灰分	質量%	0.02 以下	0.02 以下	—
水分	mg/kg	500 以下	500 以下	500 以下
固形不純物	mg/kg	24 以下	24 以下	—
銅板腐食 3hrs@50°C		1 以下	1 以下	—
酸価	mgKOH/g	0.5 以下	0.5 以下	0.5 以下
酸化安定度(110°C)		(6hr 以上) ※2	当事者間合意	(6hr以上) ※2
ヨウ素価		120 以下	120 以下	120 以下
リノレン酸 ME	質量%	12.0 以下	12.0 以下	—
メタノール	質量%	0.20 以下	0.20 以下	0.20 以下
モノグリセリド	質量%	0.80 以下	0.80 以下	0.80 以下
ジグリセリド	質量%	0.20 以下	0.20 以下	0.20 以下
トリグリセリド	質量%	0.20 以下	0.20 以下	0.20 以下
遊離グリセリン	質量%	0.02 以下	0.02 以下	0.02 以下
全グリセリン	質量%	0.25 以下	0.25 以下	0.25 以下
金属(Na+K)	mg/kg	5 以下	5 以下	5 以下
金属(Ca+Mg)	mg/kg	5 以下	5 以下	—
リン	mg/kg	10 以下	10 以下	—

注：「協議会規格」は軽油混合前のニート規格である。このうち、網掛け部分は日常的管理における「協議会モニタリング規格」である。

※ 1：流動点及び目詰まり点については軽油規格 JIS K2204 に準拠したものであるが、使用者が利用する際には気候に応じて最適の温度を決定すること。

※ 2：長期保管(1ヶ月以上)を行う場合の推奨値であり、測定法はランシマット法(EN 14112)を適用する。

出典) バイオディーゼル燃料の製造・利用に係るガイドライン(同協議会)

2) 建設業におけるバイオディーゼル燃料利用ガイドライン（一般社団法人 日本建設業連合会）（2015年6月）

トラックや重機で軽油を多量に使用する建設業界で、環境面に配慮するためバイオディーゼル燃料を使用する場合のガイドラインを作成した。

植物性の廃食用油を精製した再生燃料であるバイオディーゼル燃料は、カーボンニュートラル燃料（CO₂ 排出量をカウントしない燃料）として着目されているが、その利用にあたっては、①バイオディーゼル燃料の品質にばらつきがあり、機械や車両にダメージを与えたとされる事例がある、②供給量が不安定で、必要な時に必要な量の燃料が確保できない、③法規制、届出、税法等への標準的な対応が整備されておらず、入口のハードルが高い、などの課題があり、いまだ本格的な普及には至っていない。

そのため、前述の課題に関する情報やその対応策を集大成し、バイオディーゼル燃料の導入を検討している会員企業に利用しやすい形で提供することにより、バイオディーゼル燃料利用の健全な拡大が促進されることの起爆剤にするため作成した。

- ・ B100 の場合は、前述の協議会規格を満たすこととし、B5 の場合は JIS 規格を満たすことを条件としている。
- ・ 全ロットの検査は現実的でないため、推奨する製造業者を紹介している。
- ・ 契約前に全項目、契約後は年 1 回～4 回の 5 項目検査を推奨している。
- ・ 車両のメーカー保証が得られないため、製造会社に PL 保険に加入する事業者からの購入を推奨する。
- ・ その他、日常及び 3 ヶ月点検等のアドバイス、建設機械への使用実績、推奨する製造業者の一覧、バイオディーゼル燃料の使用に関する覚書の例、国交省や都道府県が作成した各種ガイドラインの案内等が記されている。

3-2-3 国内での活用事例

1) 京都モデル：第一世代バイオディーゼル燃料（FAME）から第二世代バイオディーゼル燃料（HVO）への転換を模索中

- ・ 平成 9 年から全国に先駆けて、家庭からの使用済てんぷら油などの廃食用油から、バイオディーゼル燃料を市が製造し、現在、ごみ収集車や市バスの燃料に年間約 130 万リットル利用している。

バイオディーゼル燃料の利用状況（平成 25 年 4 月 1 日現在）

車両	使用している燃料(FAME)
ごみ収集車（136 台）	B100
市バス（93 台）	B20（大臣認定を取得済）

- ・現在のバイオディーゼル燃料は、B100 で利用する場合の「車両への適合性」（ごみ収集車については、現在も B100 で利用しているが、一部の装置の改造や、高頻度のメンテナンスなど、車両の特別な管理が必要）と「排ガスのクリーン化」、「原料が植物油に限定される」といった技術的な課題がある。
- ・それらに対応するため、平成 24 年から、第二世代バイオディーゼル燃料（HVO：植物油等に触媒と高温の熱を加え分解油を製造し、さらに水素化処理により従来の軽油と同等の成分とした燃料）の基礎研究を行い、平成 30 年度からの実用化をめざしている。

2) 自然と未来株式会社の「ハイグレード BDF」第一世代 FAME を減圧蒸留

- ・家庭系廃食用油は、環境イベント、大学生協、地元スーパー等との協力体制により企業努力として回収している。回収量に応じて、各地元自治体へ購入費を支払い、有価物として仕入れている。→わくわく油田プロジェクト
- ・事業系廃食用油は、産業廃棄物（工場等の製造過程で発生するもの）、一般廃棄物（調理時に発生するもの）の両方を対象としている。共に、排出事業者から購入している。事前に契約書を取り交わし、購入費用は相対取引で設定している。自社で回収。

・製造工程

①前処理：油かすや異物を沈殿させる、上澄みを製造工程へ

②エステル交換反応：水酸化カリウム（触媒）、メタノールを添加して反応
脂肪酸＋グリセリン＋メタノール

→脂肪酸メチルエステル（FAME）＋グリセリン

③不純物の取り除き工程：

自然と未来では乾式だが、凝集器＋イオン交換樹脂＋減圧蒸留を行っている。イオン交換樹脂フィルタ後には、一般的な乾式 BDF と同レベル（黄金色）。減圧蒸留工程で、ハイグレード BDF（無色透明）80%＋くまエネエース A20% が精製される。

・製品の種類

① くまエネ 100（高純度BDF100%）

平成 25 年 11 月より販売開始、BDF99.9%の純度

②くまエネファイブ 5.0（BDF5%混合軽油）

くまエネ 100 を 5%混合した軽油、東光石油のガソリンスタンドで販売

③くまエネエースA（BDF100%）

重油ボイラー等で重油に混合して利用するのに適したBDF

④くまエネGu（低純度グリセリン）

副産物のグリセリン、重油との二流体バーナーで炉の燃料として使用可能



※製造されている燃料サンプル
中央が「くまエネ 100」



※自然と未来（株）の給油施設

・品質の確保

⇒FAME99.8%、26項目を全項目クリア

⇒現在は、強制規格5項目＋FAMEの合計6項目を定期的に測定している。

⇒（一社）日本建設業連合会の「建設業におけるバイオディーゼル燃料利用ガイドラン」において、推奨業者として掲載されている。

⇒ユーザーでの貯蔵期間は1ヶ月以内とし、自然と未来（株）では保管中も循環しフィルタをかけている。

⇒社有車はトラック等の他、クリーンディーゼル車（マツダCX-5）を問題なく使用できている。

⇒ユーザーへは、車両のメンテナンス方法を案内している。



※自然と未来（株）社用車

3-2-4 補助制度

1) 地域バイオディーゼル流通システム技術実証事業

バイオディーゼルの普及拡大に向けて、経済産業省と農林水産省の連携事業として、平成 25 年度から実施されている。平成 27 年度は 14 社が採択された。
参考 URL) http://www.jora.jp/biodz_jigyokoubo/index.html

3-3 松阪市の廃棄物系バイオマス（廃食用油）の利用状況

3-3-1 市内の活用事業者へのヒアリング

- ・平成 17 年から BDF の活用事業（地域循環ネットワークモデル構想策定事業、三重県が事業主体）を実施。
- ・使用車両はニッサンのエルグランドタイプを 3 台運用。
- ・平成 27 年 6 月まで使用してきたが、車両の廃車に伴い使用中止。
- ・今後も再開する予定はない。
- ・使用してきた車両は故障が多いと感じた。フィルタ交換など定期的なメンテナンスが必要。
- ・故障については BDF の品質の問題が大きく影響しているのではないかと推測。
- ・当時の設備は、現存しているが維持管理に費用が掛かっている。



3-3-2 製造事業者 A 社へのヒアリング

- ・松阪市内からの廃食用油の回収実績があることを確認。
- ・A 社の精製方式は湿式である。乾式で精製しても結局は使用前に水洗いが必要と聞いている。ゴミがうまく取れないとのことだ。
- ・BDF の品質は一定しない。梅雨時期など湿気が多い時は水分が多くなったりと天候にも左右される。

- ・ BDF を使用すると以前からのエンジン内のゴミを溶かして出してくるため、使用開始後に 2 回ほどエレメントの交換が必要である。
- ・ 品質管理は日本油脂協会の簡易版（5 項目程度）で行った。検査に 5 万円弱必要。正式な検査を行うと 40 万～50 万円必要と聞いており、とても対応できない。現在は、5 項目のうち 1 項目がクリアできていない。
- ・ 品質管理は納入先から求められれば実施する。少量の納入に対し検査を実施することは費用面からみても考えられない。
- ・ 年間で 2,000～4,000L 程度ならば供給すること自体は可能。おそらくドラム缶の供給となるだろう。

3-3-3 製造事業者 B 社へのヒアリング

- ・ 松阪市内からの廃食用油の回収実績があることを確認。
- ・ B 社の精製方式は湿式である。
- ・ 現在は、県内で 500 カ所以上から廃食用油の回収を行っている実績がある。
- ・ 6 項目をクリアすることも、ドラム缶で納入することも可能だが、検査の頻度をどのくらいで考えるかによって、納入価格が変わってくる。毎回検査するのは現実的でない。
- ・ ドラム缶での納入は現実的でない。
- ・ 自社では簡易な給油装置を使用している。流量計付きの装置もある。
- ・ 平成 23 年 2 月 7 日の分析結果では、26 項目のうち 8 項目（うち 5 項目に該当するのは 1 項目）と独自に設定した検査項目となっており、現時点では協議会規格への合致状況についての確認ができなかった。

3-4 考察

廃食用油をバイオディーゼル燃料として活用することについて、2 章で調査した社会情勢からみると、過去の様々な事例から品質の確保が前提条件として認識されていることがわかる。3 章の市内での調達に関わる現状をみると、現時点で、B5 を供給する事業者が無く B100 での供給に限られる。その場合、品質を確保する基準となるものは、全国バイオディーゼル燃料利用推進協議会のガイドライン（いわゆる協議会規格）に頼ることとなる。

今後新たに松阪市の公用車等での活用を行う場合、自治体としては地域の模範になるような取り組みであることがまず求められることから、協議会規格の

うち協議会強制規格 5 項目を満たすことと、燃料の主成分となる FAME 濃度を満たすことの合計 6 項目を満たすことを基準として進めることが望ましいと考える。

一方で、事業所からの廃食用油は昨年度の調査で既にほとんどがリサイクルし活用されていることが把握できている。また、家庭からの廃食用油については、自主的にリサイクル事業者へ持ち込んだり、生協のリサイクルに参加するなどが確認できているものの、一部にとどまっていると考えられる。

このことから、廃食用油の利活用が推進されている事業所での取り組みについて、環境イベント等で広く周知していくことにより活用への機運を高めること。また、家庭からの廃食用油のリサイクルが推進されるよう、3R 推進に関する環境講座や環境イベント等における廃食用油リサイクル講座等を実施し、市民に対し廃食用油の利活用に対する普及啓発を行うことが必要と考える。

4. 年度評価について

4-1 業務の目的

本業務では「松阪市バイオマス活用推進計画」の目標達成に向け、バイオマスの活用率向上をどのように評価すべきか検討して年度評価を実施し、今後の継続した評価方法について提言として報告する。

4-2 年度評価の方法

4-2-1 年度評価の考え方

バイオマス活用推進計画に示された取組方針1～3について、(a)～(f)の取組項目ごとに指標となる項目を定め、数値化して評価する。指標とする項目は、活用推進計画の目的である「地球温暖化の防止」、「循環型社会の形成」、「産業の育成」、「地域の活性化」の分野別に設定する。

なお、現時点で方針2の民間活力による新産業の創出については取り組みが進んでいないため評価していない。分野別指標項目の数値化に当たっては、企業の経営状況が明らかになる事を避けるために、取組項目ごとの算定結果は公表せず、市内のすべての効果を合算した数字で示すこととする。

バイオマス活用推進計画に示された取組方針及び取組項目
方針1. 豊富な森林資源を活かした木質バイオマス関連事業の推進
(a) 三重エネウッド株式会社 木質バイオマス発電
(b) 木質バイオマス利用促進の補助制度
(c) うれし野アグリ株式会社 木質バイオマス熱利用による高品質ミニトマトの栽培
方針2. 民間活力による新産業の創出
(d) 三重エネウッド株式会社、橋本電子工業株式会社、三重大学 木質バイオマス発電の廃熱利用による陸上養殖技術の開発
(e) 株式会社アンジェロ 廃棄物系バイオマスの有効活用によるバイオガス発電計画
方針3. 体系的なバイオマス学習の推進
(f) 体系的なバイオマス学習の推進 ①小中学生向け学習プログラム ②大人向け学習プログラム ③バイオマス・スタディツアー

4-2-2 数値化の方法

1) 地球温暖化防止の評価

発電量や熱利用量を各事業者への聞き取りによって調査し、CO₂ 排出削減量に換算して合計する。

2) 循環型社会の形成の評価

種類ごとのバイオマス利用量を各事業者への聞き取りによって調査し、バイオマス活用推進計画におけるバイオマスの種類ごとに合計する。この結果から賦存量に対する利用率を求める。

3) 産業の育成

事業者への聞き取り調査により、売電額・出荷額・視察料（取組項目(b)については補助金の総額）など、バイオマスの活用によって乗じた経済効果をバイオマス活用による市場規模として合計する。

4) 地域の活性化

事業に関わる雇用人数、学習プログラム、見学会（視察）への参加者数を、学校や事業者への聞き取り調査により把握して合計する。

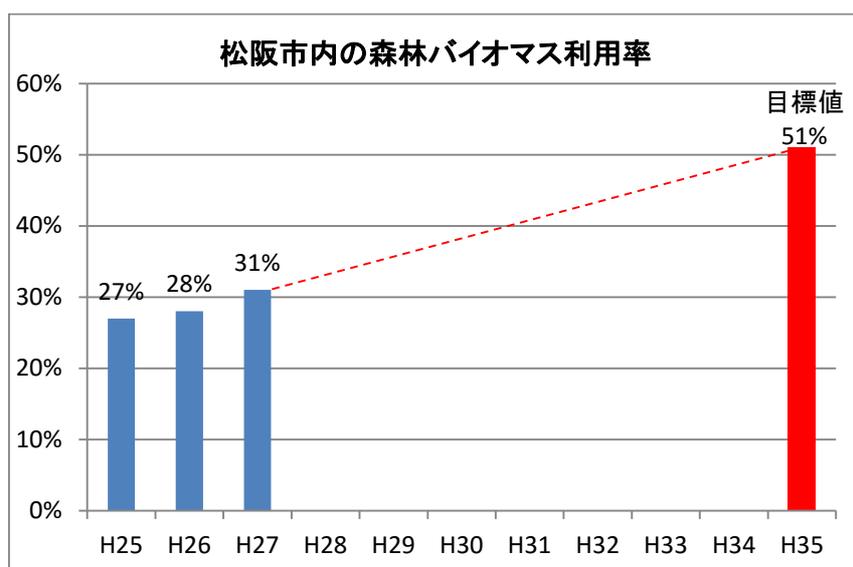
4-3 年度評価の算定結果

4-3-1 算定結果への留意点

- ・バイオマス活用推進計画は平成 25 年度に策定したため、年度評価は平成 26 年度の実績からとなる。
- ・取組項目のうち、平成 26 年度に稼働を開始した事業所は、三重エネウッド(株)の木質バイオマス発電所とうれし野アグリ(株)のトマト栽培の 2 カ所ある。
- ・2 事業所ともに、平成 26 年度の実績は 1 年分に満たないことに留意する必要がある。
- ・全ての取り組み項目において、平成 27 年度分は 4 月～12 月までの評価であり、1 年分に満たないことに留意する必要がある。とくにうれし野アグリ(株)は冬場に需要が大きいため平成 27 年度分が少なくなっている。

4-3-2 年度評価の算定結果

計画の目的	指標	H26.4～H27.3	H27.4～H27.12
地球温暖化防止	CO ₂ 排出削減量	取組項目による効果 +9,749 t-CO ₂	取組項目による効果 +17,665 t-CO ₂
循環型社会の形成	建設発生木材の利用率	賦存量に対して 82 %	賦存量に対して 82 %
	森林バイオマスの利用率	賦存量に対して 28 %	賦存量に対して 31 %
産業の育成	バイオマス活用による市場規模	取組項目による効果 +630,703 千円	取組項目による効果 +1,057,979 千円
地域の活性化	事業に関わる雇用人数	取組項目による効果 +65 人	取組項目による効果 増減なし
	学習プログラム参加者数	未実施	取組項目による効果 +120 人
	見学会への参加者数	取組項目による効果 +743 人	取組項目による効果 +3,306 人



4-4 考察

松阪市内には既存の大型熱供給会社があることに加えて、バイオマス発電所の建設によってバイオマスを活用するすべての目的において大幅な効果が表れている。持続的な活用にするためには森林の育成や保全面での施策が必須となるが、既に実施している施策の継続や、活用状況に応じた改変等適切な対策を継続することが肝要である。

また、市民や児童・学生を対象とした学習プログラムについては、社会科見学で積極的に視察を行い、また市役所主催で市民向けのバイオマス・スタディツアーを既に3回実施する等、啓発にも力を入れていることがわかる。今後は、市民が自ら実践する活動を増加させていくことも大切であり、活用推進計画の取組方針3に位置付けられた、(f)②「大人向け学習プログラムの開発・実施」を推進してみると良いのではないだろうか。具体的には、生ごみ堆肥化・廃食用油石鹼作り・竹の活用等をテーマとしたワークショップなどが取り組みやすいだろう。今後は、地元の大学や環境教育の研究機関、普及啓発機関と連携し、松阪市に適したプログラムの開発を検討することが望ましいと考える。

5. おわりに

1) 木質バイオマスの利用推進について

松阪市は、松阪木質バイオマス熱利用協同組合の取り組みに続き、三重エネウッド（株）の木質バイオマス発電所が稼動したことによって、全国でも有数の木質バイオマスエネルギー利用先進地となっている。市内からのエネルギー用材の出荷も順調に伸びており、エネルギー利用により市内の林業や森林整備に対する効果が目に見える形で現れはじめた。特に森林活（もりかつ）プロジェクトが順調に進展しており、自伐林家を積極的に支援し、その数を増やす効果も現れてきている。松阪市が実施している材の運搬に対する補助金も効果的であると考えられる。

一方で、市内の人工林の整備はまだまだ遅れた状況にあり、さらなる整備・管理を進めていく方策が必要とされる。本報告書では、人工林を皆伐した後、クヌギを中心とする広葉樹林に転換し、広葉樹林業を進めていく可能性を検討

した。クヌギはシイタケ原木として国内に旺盛な需要があり、広葉樹林業は経済的に成立する可能性が高い。また、環境保全の観点からもメリットがある。実際、伝統的に広葉樹林業を維持し発展させている地域も存在する。シイタケ原木として適切でない品質の材はエネルギー利用できる。ボイラー燃料としては、広葉樹は針葉樹よりも密度が高いので好都合でもある。

一方で、針葉樹からの樹種転換については、技術的に確立しておらず、特に苗木の獣害対策については、地域ごとに適切な工夫が必要とされるため、確立した方法は存在しないと言えるだろう。国や県と連携して調査・検討を進めるとともに、民間事業者が行う樹種転換についての技術的な検討に対して支援することは行政の役割として適切であろう。

また、現在市内にある人工林のうち、年間どれほどの面積を間伐し、また皆伐するのが適切であるか、長期的な視点から指針を示す必要があるだろう。市として長期的な森林管理・活用ビジョンを作成し、その中で市内の森林の現状を評価し、めざすべき森林の姿を明らかにして、事業者が年々の施業計画を立案する上でのベースを提供することが、行政として期待される役割と考えられる。

2) 廃棄物系バイオマスの利用推進について

本報告書では廃食用油のバイオディーゼル燃料としての利用について検討した。まず、業務用廃食用油については、そのほとんどが有価物として回収されリサイクル利用されており、この点でも松阪市はバイオマス利用先進地としてとらえることができる。

バイオディーゼル燃料については、日本に紹介されてから20年以上が経過し、初期のとにかく車が動けば良いという段階を脱して、しっかりした品質のものを適正価格で通常の流通経路に載せて利用するということが直面する課題となっている。その意味で、市役所として率先導入をする意義は高い。ただしその場合は、市としての独自の品質規格を定め、バイオディーゼル燃料が安定して利用できる姿を市民にアピールすることが必要である。本報告書では、協議会モニタリング規格5項目にFAME濃度についてのJIS基準を加えた6項目の基準を提案した。これに加えて、製造過程において発生する副産物の適正処理が行われているかどうかの確認・認証が必要となるだろう。本報告書で調査した2社は、市内で発生した廃食用油を回収してバイオディーゼル燃料を生産している。この2社の製品が本報告書において提案した6項目の基準を満たしている

ことが確認できなかったことから、現時点ではバイオディーゼル燃料の導入ができる段階にはない。県内には、調査した 2 社以外にもバイオディーゼル燃料を生産している事業者が存在していることは把握されているが、導入においては、品質基準の達成、市内からの廃食用油の回収実績、燃料購入コスト面などを調査・検討する必要があると考える。また、今後調査した 2 社の品質基準の達成が確認できれば導入を検討する段階に入ることも考えられる。

このような状況を踏まえ、まずは市民に対して廃食用油の利活用についての知識・情報を提供して気運を高める取り組みを行うことが肝要であろう。

3) 年度評価について

年度評価の結果を見ても、松阪市がバイオマス利用先進地としての内実を備えていることが分かる。今年度取り組まれたバイオマス・スタディツアーについても参加者から好評をいただいている。今後も引き続き取り組みを継続し、市民が「松阪市はバイオマス利用の先進地」であることを理解し、誇りに思えるような情報や学習機会の提供が必要である。また、全国に、さらには世界にむけて、バイオマス利用先進地としての松阪市の姿を発信することも、行政の役割として積極的に取り組まれるべきであろう。