

バイオディーゼル燃料を利用した熱供給とその導入手法に関する調査研究
～北海道帯広市の家庭系廃食用油回収におけるケーススタディ～

環境工学－都市設備・環境管理

バイオディーゼル燃料 廃食用油 二酸化炭素 ポイラー燃料

1.背景と目的

京都議定書の締結によって、2008～2012年の間にCO₂の6%削減(1990年比)が日本国に課されており、中でも、バイオマスの利活用によるCO₂削減目標は1千万tとされている。そこで、本論文では削減目標に貢献可能な植物油由来のバイオディーゼル燃料(BDF:Bio Diesel Fuels)に着目した研究を行う。農業施策や化石燃料の代替としても有効であるとして、国を挙げてバイオディーゼル燃料の推進している地域も増えている。取り組み規模が最大のドイツでは、2005年の生産量が1.0×10⁶(L)を超えた。

本論文では、バイオディーゼル燃料の原料回収・製造・使用の各段階における問題の検討方法を提案し、その検討に基づいた設定を北海道帯広市において行い、家庭系の廃食用油(原料)回収システム・バイオディーゼル燃料製造・ポイラー燃料としての使用についてのケーススタディを行う。結果として、①A重油のみのポイラー燃料使用から、バイオディーゼル混合燃料B20(A重油:80%、バイオディーゼル20%の混合燃料)(これ以後、B20)へと転換することで二酸化炭素の削減、②現在、下水に流したり、ごみとして処分している廃食用油を回収することでの環境負荷の低減・経費の削減に関する効果を示す。

2.バイオディーゼル燃料の概要

バイオディーゼル燃料は植物油をメチルエステル化することによって、脂肪酸メチルエステルをいう。名前のとおり、バイオマス由来の燃料であり、性状は軽油に似ている(表1)。世界的には大豆や小麦等のエネルギー作物からのバイオマスからの生産が主流であるが、日本においては廃食用油(植物油由来の廃てんぷら油等)からの生産が主流である。

表1:バイオディーゼル燃料の性状

項目	単位	軽油	Biodiesel
密度(15°C)	g/cm ³	0.829	0.8823
動粘度	mm ² /s	3.77	4.2
水分	ppm	95	343
引火点	°C	73	110
流動点	°C	-10	-17.5
目詰まり点	°C	-6	-10
目詰まり発生率	%	0.01	0.05
硫黄分	ppm	408	<1
灰分	%	<0.01	<0.01
セタン指数		57.8	55.3

注:バイオディーゼル燃料には0.2wt%の防凍剤を添加

3.原料(廃食用油)の回収方法

バイオディーゼル燃料の原料となる廃食用油の賦存量を予測し、1ヶ所当りの排出量が少なく、かつ、総数の多い、家庭からの効率的な回収方法についての検討を行う。

3-1.廃食用油の賦存量

廃食用油が回収をされない場合、家庭系の廃食用油は表2のような形で処分されている。多くは凝固剤を使って固めたり、紙等に吸わせて燃えるごみとして焼却されている。そこに係る手間や経費は家庭にとつての負担となるため

表2:家庭における廃食用油処理の現状

家庭での処理処分	家庭内処理			処分方法	
	簡便性	費用	投資	ゴミ	再生
土に捨てる	○	○	○	○	○
土に埋める	○	○	○	○	○
湖沼・河川・海へ直接流す	○	○	○	○	○
台所の流しから直接または合成洗剤・水と混ぜて流す	○	○	○	○	○
乳化剤で処理して台所の流しから流す	○	○	○	○	○
凝固剤で固めて燃やす	○	○	○	○	○
古新聞等にごみと混ぜて燃やす	○	○	○	○	○
牛乳パックに紙を詰め込みこませ	○	○	○	○	○
吸油材で処理して捨てる	○	○	○	○	○
凝固剤で処理して捨てる	○	○	○	○	○
ごみ箱に入れて捨てる	○	○	○	○	○
回収に出す	○	○	○	○	○

注1)家庭内処理の簡便性については、○が手間がかからない○が少し手間がかかる●がかなり手間がかかるの3つに分類注2)右のほの項目については、該当するものに○をつけた

準会員○高橋 可奈¹⁾ 正会員 増田 幸宏³⁾
同 篠田 友博¹⁾ 同 高橋 信之⁴⁾
正会員 池田 直樹²⁾ 名誉会員 尾島 俊雄⁵⁾

に、排水溝(下水)へ廃食用油が流されてしまうといった実態がある。その解決策としても、環境負荷の負担小さな処理の仕組みの構築は家庭・行政の両者にとって有益である。

3-1-1.家庭系の廃食用油

家庭系の廃食用油排出原単位を3方法により予測する。

- ①一般家庭の年平均ご購入量×廃油率÷廃油密度 = 4.20(L/年・世帯)
- ②全国家庭系廃食用油の発生量÷日本の世帯数 = 4.63(L/年・世帯)
- ③1人当りの廃食用油発生量×世帯当りの人数 = 3.91(L/年・世帯)

以上の値に帯広市でのヒアリングもふまえ、家庭系の廃食用油排出原単位を4.0(L/年・世帯)と設定する。

3-1-2.事業系廃食用油

廃食用油を排出する可能性がある事業系としては大きく分けて、食品製造業、飲食業、宿泊業がある。また、それぞれの業種を『事業所・企業統計』の小分類を参考に、さらに小さく分類し、それぞれにおける廃食用油排出原単位を設定する¹⁾(表3)。そして、それらに事業者数を乗じることで事業系からの総廃食用油賦存量が求められる。排出量に関しては、事業所によって大きなばらつきがあり、業種や事業所の規模にも大きく左右されるが、目的を分布などではなく、賦存量を出すことに限定するならば、大きな問題はないと考えられる。

表3:各事業における廃食用油排出原単位(L/1事業所)

業種	排出原単位
畜産食品品製造業	48,000
水産食品品製造業	10,440
パン・菓子製造業	3,335
その他の食品品製造業	2,000
一般食店	950
日本料理店	591
西洋料理店	1,441
中華料理店	444
焼肉店(焼肉料理のもの)	837
その他の飲食・レストラン	500
そば・うどん店	1,700
すし店	542
焼売店	400
パン・ベーカリー	4,900
お好み焼店	333
バー・ホール・ナイトクラブ	665
酒場・ビヤホール	792
旅館・ホテル	1,400
スナバー	2,033
学校給食	2,217

3-1-3.帯広市における廃食用油の賦存量の算出

帯広市の世帯数は78,158世帯(世帯17.9現在)なので、帯広市における家庭系からの総廃食用油賦存量は3.1×10⁶(L)といえる。また、帯広市における事業系からの総廃食用油賦存量は1.8×10⁶(L)といえる。よって、帯広市における廃食用油の総賦存量は2.1×10⁶(L)である。

3-2.家庭系回収に関する検討

家庭系廃食用油回収のモデル地域での回収量や、回収に伴う収支に基づいて考察を行った。表4に現状の一般的な回収方法を示す。

表4:廃食用油の回収から保管までについてのモデル

回収ポイント	回収頻度	回収容器	回収者	保管引取り者	回収ポイント管理
集約型	年間型	ドラム缶	少量	自治体・地元組織	自治体・地元組織
拠点型	月間型	ドラム缶・ポリタンク	中量・大量	自治体・回収業者	自治体・回収業者
全域型	週間型	ポリタンク・ペットボトル	大量	自治体	自治体・地元組織

廃食用油を回収し、それを原料として燃料を製造し、使用先へ定期的な供給を行うという流れを考えてみる。この時、回収が「過性」のものであれば、排出者(家庭)への負担が大きくなる。よって、持続的な回収を行うため、事業として継続できる仕組みにすることが必要となる。廃食用油の回収の事業化可能性の検討項目としては、①家庭からの廃食用油の回収ポイントの運営を地域住民の協力で行う、②ポイントからの廃食用油の回収を自治体によるごみ処理等の収集と連携するなど、回収ポイ

ント1ヶ所当たりに係る時間や費用を削減するという点が考えられる。廃食用油の回収に係る事例をみると、1排出者から出る廃食用油の量が少ない、かつ、油分という取り扱いに手間が係るものであるなどの理由により、専門の業者へ依頼しても、現状のシステムでは収支が合わない地域がほとんどである。しかし、事例の回収量と収支を分析した結果、1回(1日)当たりの作業での回収量が5~600(L)を境に、収支はプラスに転じると試算されたため、その条件を満たす回収のシステムを検討する(15~20(円/L・廃食用油)で販売すると仮定)。

地域住民の協力や自治体のごみ収集との連携による経費削減も案のひとつではあるが、回収ポイントになることでメリットを得られる業種がポイントとなることにも検討の余地がある。①スーパーや商店街等の販売店、②ガソリンスタンドの2業種について考察を行う。結果、両者共に図1の様なメリットがあることがわかった。このとき、メリットはほぼ同じだが、負担に違いがあった。①スーパーや商店街等の販売店と違い、②ガソリンスタンドは日常的に油の扱いをしているため、油を取り扱うことに伴う負担が少ない。よって、より負担が少なく、メリットも得られるガソリンスタンドを回収ポイントとすることが有効であると考え。以上より、帯広市での回収方法は表5の通りとする。

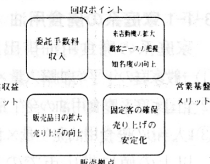


図1: 回収ポイントになる際のメリット

表5: 帯広市における回収方法

回収範囲	帯広市
回収ポイント	ガソリンスタンド 61ヶ所
回収ポイント 当りの回収量	50~100 (L/月)
回収頻度 (回収ポイントから の廃食用油 受け入れ頻度)	毎日
回収頻度 (回収ポイント からの回収)	月1回
回収方法	専用容器(1L) の交換による

4. バイオディーゼル燃料の製造方法

バイオディーゼル燃料の製造方法として、現在検討されているものは大きく3つある(表6)。①触媒法は、かなり高い収率を得ることができるが、反応速度が遅く、100℃以上の温度でも3時間以上かかる。②アルカリ触媒法は、触媒法に比べてはるかに速く、かつ、アルカリ触媒の腐食性が酸より低いというメリットがあるため、現在ほとんどの実用プロセスではこの方法がとられている。③超臨界法では、超臨界アルコールの条件下では、アルカリ触媒の場合よりも速く進行する。しかし、現時点では研究段階であり、実用化には至っていない。以上より、本論文ではアルカリ触媒法について検討を続ける。

表6: バイオディーゼル燃料製造方法

	触媒法	アルカリ触媒法	超臨界法
反応時間	~48時間	~1時間	~4分
反応条件	30~100℃、大気圧	30~65℃、大気圧	270~350℃、>25MPa
遊離脂肪酸	メチルエステル	アルカノール	メチルエステル
原料油脂	低含水率の油脂	低含水率の中性油脂	低~高含水率の中性及び酸性油脂
原液中の水分	反応阻害	反応阻害	反応触媒
精製処理	メタノール、 触媒の分離除去	メタノール、触媒及び 石鹼の分離除去	メタノールの分離除去
プロセス	複雑	複雑	シンプル

また、バイオディーゼル燃料の後処理に関して、アルカリ触媒法の中でも4つの精製方法が考えられる(表7)。

表7: 精製方法(後処理)

精製方法	水洗浄	蒸留	吸着剤	化学処理
特徴	水溶性不純物の除去が可能	高純度のBDFを得ることが可能	廃水が発生しない	廃水が発生しない 処理時間が短く、 生産効率が良い 処理コストが安い

注目すべき点としては、廃水が排出される方法による精製の精度は高いのだが、廃水に処理が必要なため、その処理方法も検討項目に入れる必要が出てくるという点がある。

バイオディーゼル燃料の洗浄工程から排出される廃水は、高濃度の有機廃水であり、通常の生物浄化処理法では対応できない。化学処理と物理処理法を組み合わせても放流基準に達する水質にはならず、膜処理などの高度処理が必要であるが、その設備コストはバイオディーゼル燃料製造設備よりも高い。

以上より、洗浄廃水の排出がなく、処理時間の短い化学処理法が本論文の目的に適していると考え。

5. バイオディーゼル燃料の使用法

バイオディーゼル燃料の使用法としては、ディーゼルエンジン車への燃料使用・農機具等の燃料使用・そして、ボイラー燃料としての使用が挙げられる。日本では、軽油の代替とすることが経済的に最も価値があるという観点から、ディーゼルエンジン車への使用についての検討が主軸となっている。経済産業省総合資源エネルギー調査会石油分科会石油部会の燃料政策小委員会においてもBDF混合軽油の規格についての検討が始まっており、平成17年度中には規格が決定予定である。

5-1. 帯広市におけるバイオディーゼル燃料の使用法

ディーゼルエンジン車への検討が進む中、バイオディーゼル燃料の流動点が-10℃前後(添加割合)であることから、最低気温が-10℃以下となる地域でのバイオディーゼル燃料の使用には問題が残る。軽油においても、地域の最低気温に合わせ、月ごとに販売可能なグレードを細かく指定している(表8、図2)。

ただし、車や農機具等と違い、

表8: 軽油使用ガイドライン (JIS)

最低気温	軽油グレード
-25℃及び-30℃	特3号
-15℃及び-20℃	3号
-10℃	2号
0℃及び-5℃	1号
+5℃以上	特1号

ボイラーは室内に設置するものが多く、室外であっても加温装置の追加が可能のため、冬期間における使用の問題が少ない。また、北海道等の最低気温が低く、気温の低い期間が長い地域では、暖房用の熱需要が全国平均の2~3倍あり、ボイラー燃料の検討の必要性が高い。以上より、本論文では帯広市におけるボイラー使用についてのケーススタディを行う。

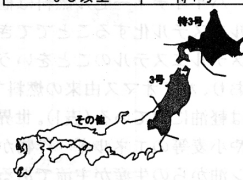


図2: 冬期間における使用可能軽油境界

5-2. ボイラー燃料としての使用に関する検討

バイオディーゼル燃料をボイラー燃料として使用するにあたり検討すべき問題点とその解決策を表9に示す。しかし、これらの解決策は安価ではなく、かつ、多くの手間を燃料使用者にかけるため、より負担の少ない方法を探る必要がある。

表9: ボイラー使用における問題点と解決策

問題点	解決策
引火点が高い(着火しやすい)	切り替え処置をとる
粘度が高い	バーナーの最適な燃焼温度を上げる
流動点が高い	貯蔵タンク・配管に加温装置を設ける
水分等の不純物ができる	定期的スラッジの清掃を行う
燃料の微粒粒子の必要性	バーナーを2流体噴霧式にする

また、ボイラー販売企業によると、既存ボイラーに関しては、A重油相当の性状が保てる、安定供給が可能等の条件を満たす燃料が確保できる際のみ、使用検討対応を行うとしている。

そこで、バイオディーゼル燃料がA重油相当の性状(表10)を確保しつつ、環境面・効率面での性状を確保する方法を検討すると、バイオディーゼル燃料のA重油への混合という方法が適していると考えられる。

表10: A重油の性状

反応	単位	1号	12号
引火点	℃	60以上	中性
流動粘度(50℃)	mm ² /s [cSt]	20以下	
流動点	℃	15以下*	
残留炭素分	質量%	4以下	
水分	容量%	0.3以下	
灰分	質量%	0.05以下	
硫黄分	質量%	0.5以下 2.0以下	

ヒアリングや海外の実例より、最適な添加割合は20%前後であるが、その際にはA重油とバイオディーゼル燃料の混合のタイミングも検討する必要がある。混合タイミングとしては、消費者による混合とバイオディーゼル燃料の精製元での混合(表11)があり、消費者による混合としてはさらに3つの方法が考えられる(表12)。その結果、バーナーチップの交換(ボイラーの指定燃料内での調整によっても行われるため、非常に安価)という消費者負担がより少ない、精製元による混合が適当であると考えられる。

表11: 混合者の違いによる消費者の負担

混合タイミング	消費者負担
消費者による混合	バイオディーゼル燃料用のタンクの設置
精製元による混合	バーナーチップの交換

表12: 消費者による混合方法の違いによる消費者の負担

混合方法	消費者負担
直前混合	空気噴霧バーナーへの交換
エマルジョン混合	ミキサーの設置
精製元追加による混合	バーナーの追加

5-3. 使用先の選定

北海道の家庭での暖房は灯油使用のストーブがメインであり、灯油よりも性状の高い燃料を求める機器への使用には問題が残されている。しかし、業務系ボイラーではA重油使用がメインであり、使用に関する機器への問題は灯油使用のストーブに比べて少ない。よって、本論文では問題点が少ない業務系ボイラーの燃料使用に関する検討を行う。

また、施設の正確な用途と延べ床面積が入手可能であり、かつ、地域で回収したエネルギーを地域で幅広く使うことでの市民の意識改革という意義も込め、帯広市の公共施設における使用の考察を行う。

5-4. 帯広市の公共施設における暖房用熱需要量試算

帯広市における公共施設の分類とその延べ床面積を表13に示す。それぞれの用途における季節・時間別の暖房用熱需要原単位¹⁴⁾、北海道における暖房用の地域係数^{1.5¹²⁾}、ボイラー効率 $0.8^{13)}$ を使用し、帯広市の公共施設における暖房需要量を試算した。その結果、暖房需要熱量は148(TJ/年)となった。A重油の発熱量を38.70(MJ/L)¹⁴⁾、バイオディーゼル燃料の発熱量を36.00(MJ/L)¹⁵⁾とすると、B20の発熱量は38.16(MJ/L)となる。よって、帯広市の公共施設における年間暖房用熱需要を賄うのに必要なA重油は 3.8×10^6 (L/年)、B20は 3.8×10^6 (L/年)となる。

表13: 帯広市の公共施設の延べ床面積

施設分類	小分類	施設数	総延べ床面積(m ²)
文化施設	コミュニティセンター	11	87,007
	国際交流館	1	7,211
	健康センター	3	18,687
	図書館	1	5,435
	記念館	2	9,002
事務所	その他	3	19,178
	小計	21	126,520
	書庫関係	4	24,708
	環境関係施設	6	37,630
業務系施設	浄水場	2	11,605
	給水調理場	1	2,451
	消防署	12	264,932
	小計	25	341,325
教育施設	小学校	26	145,930
	中学校	15	86,703
	高校	2	12,236
	小計	43	244,869
合計		178	712,714

この時、廃食用油の回収率とB20におけるバイオディーゼル燃料での必要量の関係性について、触れる必要がある。家庭系の廃食用油の回収率は、既存事例より①回収が周知されていない段階: 9%、②住民意識が熟している段階: 45%とすることができる。よって本論文では、効率的な回収方法を取り、住民へ周知もされている段階と設定し、②の45%を帯広市における家庭系廃食用油の回収率とする。また事業系に関しては、現時点で8割程が業務委託において処理されているため、本論文では下水道へ流されている2割の廃食用油の45%は本ケースによって新たに回収されるものとする。それに加えて必要な廃食用油に関しては、現在委託処理を行っている業者から必要分だけ購入する形とする。その結果、家庭系廃食用油からは 1.4×10^5 (L)、業務系廃食用油からは 6.4×10^6 (L)となる。

6. モデルの評価

環境性評価として、①二酸化炭素排出量、②その他のガスの排出量に関する比較を行う。また、経済性評価として、①現状継続時の帯広市の経費、②廃食用油の未回収に伴う帯広市の経費と環境税を導入した上で、B20を導入時の帯広市の経費についての比較を行う。

6-1. 環境性評価

6-1-1. 二酸化炭素排出量

A重油とバイオディーゼル燃料のライフサイクルにおける二酸化炭素排出量原単位をA重油: 2.8(kg-CO₂/MJ)¹⁴⁾、バイオディーゼル燃料: 0.3(kg-CO₂/MJ)¹⁵⁾とする(図3)。このとき、B20のライフサイクルにおける二酸化炭素排出原単位は2.3(kg-CO₂/MJ)となる。これらの値を使用し、帯広市の公共施設において暖房熱量を賄うために必要な燃料が排出する二酸化炭素総量について、A重油使用とB20使用においての比較を行う。

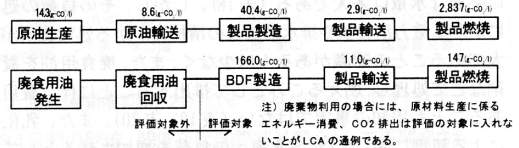


図3: バイオディーゼル燃料のライフサイクルと各段階におけるCO₂排出原単位評価

それぞれの二酸化炭素排出総量が、A重油: 1.08×10^4 (t)、B20: 9.06×10^3 (t)であることより、本モデルでは 1.8×10^3 (t)の二酸化炭素の削減がみられた(表14)。

表14: 帯広市の公共施設における暖房燃料使用による燃料需要量と二酸化炭素排出量

	需要量(L)	CO ₂ 排出原単位(kg-CO ₂ /L)	CO ₂ 排出総量(t-CO ₂)
A重油	3.8×10^6	2.8	1.08×10^4
B20	3.8×10^6	2.3	9.06×10^3

6-1-2. その他のガス排出量

日本のボイラーにおけるSO_x、NO_x等のガスの排出量に関しては、大気汚染防止法の排出基準以下であれば問題がないとされている。また、バイオディーゼル燃料のボイラー使用の際のガス排出量に関するデータはない。ボイラーにおけるNO_x等の排出量に関しては、燃料中の窒素分、燃焼量、炉内温度、空気旋回度、噴霧粒径などに大きく影響されるため、ある一定の設定の下に比較を行う方法がとられる。本論文では、アメリカにおける軽油(No. 2 heating oil(2000ppmの硫黄含有)(日本の軽油の硫黄含有率とほぼ同等であり、全体の性状も軽油と似ている(JIS 2204))とバイオディーゼル燃料の比較における事例を参考に、その他のガスの排出量に関する考察を行う。

Massachusetts Oilheat CouncilとNortheast Oilheat Research Allianceによる“B20(注: 本例ではNo. 2 heating oil 80%、バイオディーゼル 20%の混合燃料)”と“No. 2 heating oil”の燃焼テストの際の排出ガスの削減結果を表15に示す。炭化水素(HC)、硫黄酸化物(SO₂)の削減率は20%と大きい。また、窒素酸化物(NO₂)の削減率は0~2%と小さい。ボイラーに関する設定を変えることで、この数値の変動は可能だが、一般的にバイオディーゼル燃料のNO₂の削減率は小さい。

しかし、NO₁以外の排出ガス量は10%以上減っており、かつ、NO₂に関しては削減がみられるため、バイオディーゼル燃料への代替はその他の排出ガスの削減にも貢献しているといえる。

表15: 排出ガスの健康・環境への影響と削減率

排出ガス	健康・環境影響	削減率(%)
CO ₂	温暖化	~15
CO	スモッグ、喘息	12
HC	スモッグ、喘息、癌	20
PM	呼吸器官の病気	12
NO ₂	スモッグ	0~2
SO ₂	酸性雨	20

6-2.経済性評価

6-2-1.現状継続時の帯広市の経費試算

A重油を使った場合とB20を使った場合における帯広市の燃料購入費用についての比較を行う。A重油の小売価格を60(円/L)、バイオディーゼルの小売価格を80(円/L)とするとき、B20の小売価格は64(円/L)となる。その小売価格に基づいたそれぞれの燃料における帯広市の燃料購入費用はA重油:2.3億円、B20:2.5億円となり、その差額は2千万円となる(表16)。よって、現状のシステムにおいてB20を導入すると、帯広市の負担は2千万円増えるという事がわかる。

表16: 帯広市の暖房用燃料購入費用とその差額

	購入量(L)	購入推定額(円)
A重油	3.8×10^8	2.3×10^9
B20	3.8×10^8	2.5×10^9
	購入金額の差額	2.0×10^7

6-2-2.廃食用油の未回収に伴う帯広市の負担

廃食用油を下水へ流すことによる環境負荷についてはBOD負荷量が明白であり(表17)、廃食用油を基準に適合させるために必要な水量は多大である(表18)。しかし、その負荷の処理にかかる電力消費量や排水満などの清掃にかかる処理費用が莫大であることの認識がある人は少なく、また、廃食用油を凝固剤などで処理し、燃えるごみとして排出することに伴う費用があることも周知の事実ではない(表19、表20)。また、乳化剤による処理に関しては、下水道への負荷を増加させるとして販売が中止されているものもあり、住民への正しい理解を促す広報も必要となっている。自治体においても、下水での問題があるということはわかっていても、廃食用油の回収を行うために係る費用にのみ注目し、現在かかっている費用の削減が行えるという観点から廃食用油の回収を行おうとしている地域は多くない。そこで、それぞれの処理にかかる費用を明確にし、BOD負荷量などの環境的側面だけではなく、経済的側面からも、廃食用油を回収することの効果を示す。

廃食用油の下水道施設への負荷は廃食用油の排出総量と相関関係にある(図4)。また、単位重量当りの油分処理に係る電気消費量や処理費用に地域差はあまり見られず、下水中に排出される廃食用油の絶対量が削減されれば、電気消費量・処理費用ともに低減される。よって、環境的側面・経済的側面ともに、廃食用油の回収には効果が期待される。

よると、A重油への環境税は1.8(円/L)とされており、こちらはA重油の小売価格への割り増しとして設定する。以上の値を導入して小売価格を設定し直すと、A重油の小売価格は61.8(円/L)、バイオディーゼル燃料の小売価格は43.5(円/L)となり、B20の小売価格は58.1(円/L)となる。

6-2-3.B20導入における帯広市の総負担

最終検討として、①A重油での燃料費+廃食用油の未回収に伴う処理費用+環境税、②B20での燃料費+B20への補助金+回収した燃料としては必要がなかった廃食用油の売却費+回収できなかった廃食用油の処理経費+環境税での比較を行う。これらは①現状を維持した際の帯広市の負担金総額、②廃食用油の回収に取り組み、B20を導入した際の帯広市が負担金総額である(表21)。

比較を行った結果、B20を導入することで帯広市の負担金の総額は、現状を維持するよりも、3千万円削減されることが示された(図5)。

表21: 現状維持と提案導入における帯広市の総経費負担

	燃料代	B20への補助金(処理費用からの補)	売却費	処理費用	環境税	総額
現状(A重油)	23億円	0円	0円	6860万円	700万円	30億円
本提案導入時(B20)	23億円	3000万円	50万円	1340万円	600万円	27億円

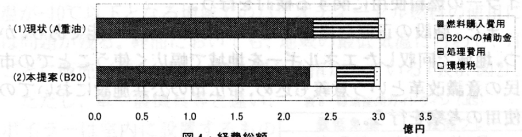


図4: 経費総額

7. 結論

- ・季節別のバイオディーゼル燃料の性状規格決定の必要性和、冬期間におけるバイオディーゼル燃料のボイラー使用の検討の必要性を示した。
- ・帯広市の178の公共施設の暖房燃料をB20使用へと転換することで、1,800tの二酸化炭素が削減される。
- ・帯広市の178の公共施設の暖房燃料をB20使用へと転換するために必要な廃食用油を回収することで、下水道への環境負荷が低減し、未回収に伴う経費も削減される。
- ・上記の様な環境負荷の低減効果を得るためにかかる特別な経費負担は発生せず、むしろ、本ケースを導入すると帯広市の総負担経費は3千万円削減される。

参考研究:

- ① 寺川 卓志「京都市における廃食用油排出量分布の推移」京都市工芸学部地球工学科環境工学コース特別研究 平成17年3月
- ② 東 大史「廃食用油回収による環境負荷低減の効果」平成14年度修士論文 東京大学新領域創成科学研究科 環境工学専攻環境システムコース

注:

- ① 尾島俊雄研究室「建築の光熱原単位」, 早稲田大学出版社, 1995.6
- ② 「地域冷暖房技術手引き<改定新版>」(社)日本地域冷暖房協会 2002.10. p50
- ③ 実績値から一般的な効率として設定
- ④ 平成14年度 温室効果ガス排出算定方法検討会、「エネルギー・工業プロセス分科会報告書(燃料)」, 環境省, H14.8
- ⑤ 「ヒーリング(文献値)」
- ⑥ 「石油製品油種別LCI作成と石油製品環境影響評価調査報告書」,(財)石油産業活性化センター, H12.3 より換算
- ⑦ 「Life Cycle Inventory of Biodiesel and Petroleum Diesel for use in an Urban Bus」, National Renewable Energy Laboratory, 1998 より換算

- *1 早稲田大学理工学部建築学科 *2 早稲田大学大学院修士課程 *3 早稲田大学理工学総合研究センター助手 *4 早稲田大学理工学総合研究センター教授・T博 *5 早稲田大学教授・T博

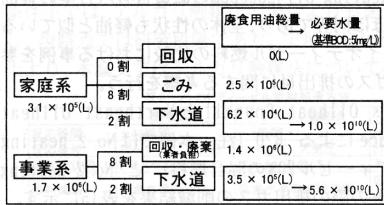


図7: 帯広市における廃食用油の現状フロー

表17: 食用油のBOD

BOD(mg/L)	BOD(mg/L)
てんぷら油	815,000
サラダ油	974,000
ごま油	904,000
揚げ油	2,204,000

表19: 廃食用油の処理費用

廃食用油(500L)の処理費用(円/L)	
電気消費	162
下水処理	139
ごみ処理	16

表18: 廃食用油に必要な水量

総計	廃食用油(500ml)
水質汚濁防止法の基準に適合するために必要な水量(1.65mg/L)	2,500
必要となる水量(1.65mg/L)のために必要な水量(1.65mg/L)	80,000

表20: 廃食用油未回収に伴う帯広市の負担金

家庭系	事業系	帯広市の合計
電力	101万円	573万円
下水処理	867万円	4,916万円
ごみ処理	400万円	0円
合計	1,368万円	5,489万円

ここで、帯広市が負担する経費としての下水・ごみの費用を経済性評価へと導入する。具体的には、廃食用油の回収を行った際に減少する経費(6,857万円)をバイオディーゼル燃料代替に必要な経費に補填する(1L当りの単価に直し、現在のバイオディーゼル燃料の小売価格から差し引く)と設定する。また、H17年10月25日に環境省より発表された「環境税の具体案」に