

造園廃棄物の資源化に関する研究

～廃棄物からエネルギーを生産し、そして肥料にする～

1100433 平尾健二 By Kenji Hirao

指導教員：草柳俊二教授

高知工科大学 工学部 社会システム工学科 建設マネジメント研究室

造園会社では保有している庭木など毎年2～5%が枯れる、腐るなどして処分しなければならぬ廃棄物が出る。造園会社は自身の保有する土地で、これらの廃棄物を腐らせ土に戻す等の方法をとっているが、土に戻るまでには最低2～3年が必要となる。このため、多くの造園企業が廃棄物業者に依頼をして廃棄物を処分している。同時に、市町村や道路管理会社では毎年、街路樹に剪定による多くの廃棄物を出している。本研究は造園業から出る廃棄物をエネルギー源として活用し、農業肥料などにも使用していくといった循環型の村作りに関する研究に関するものである。

Key Words : Municipal waste, Landscape gardening industry, Composting, Energy cycle

1. 背景

(1) 廃棄物の現状

一般廃棄物とは産業廃棄物以外のすべての廃棄物であると定義されているが、具体的には主に家庭から排出される生ごみや粗大ごみ、オフィスから排出される紙くずなどである。一般廃棄物は各市町村が収集・運搬し、処分することとされている。このため通常市町村には清掃部あるいは清掃局といった部局が設置され、多くの人員と予算を用いて一般廃棄物の処理を行っているというのが現状である。

産業廃棄物とは、製品の製造などの事業活動に伴って工場などから排出される廃棄物であり大量に排出され、質的に処理が困難である性状により燃えカス、汚泥、廃プラスチックなど19種類が定められている。また、産業廃棄物を排出した者が責任をもって処理することが定められており、方法として自らが処理を行うか、都道府県知事などの許可を受けた産業廃棄物処理業者に委託して処理を行うこととされている。

法律としては、一般廃棄物、産業廃棄物の両方ともに処理方法、処理施設、廃棄物の輸出、廃棄物業など全ての項目に決まりがある。これを守らない場合は、5年以下の懲役または、1000万円以下の罰金という厳しい法律になっている。

図-1、図-2 は各廃棄物の排出量の推移を示したものである。

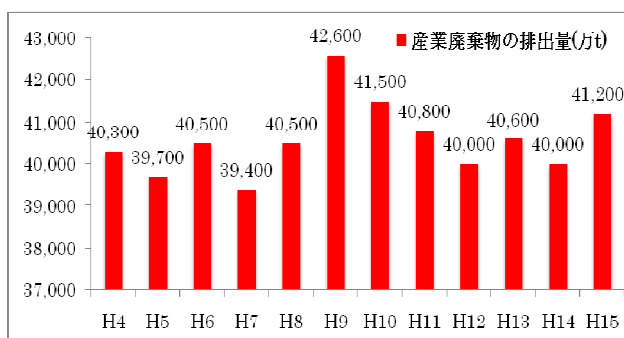


図-1 産業廃棄物の排出量

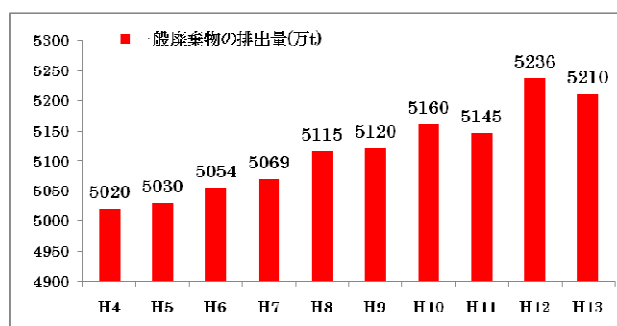


図-2 一般廃棄物の排出量

(2) 造園業の現状

1945年の敗戦後、戦後の復興の為に莫大な社会基盤整備事業を行うこととなり、造園業は多くの仕事を抱えていた。

しかし、1997年から公共工事コスト削減策の実施と共に三位一体改革の実施をすることにより、建設投資額の減少を図った。また2009年には、民主党に政権交代し、マニフェストには公共工事削減が取り組まれており、公共工事が大幅に削減されることとなった。現状の造園業は、新居の庭造り、各家庭にある庭の剪定、1年に数回行われる公園や街路樹などの剪定などの仕事を行っているのが現状である。図-3に示すように、一級造園施工管理の資格を取ろうとする人数は少なくなっている。資格を取得しても仕事がないのが原因だと考えられる。

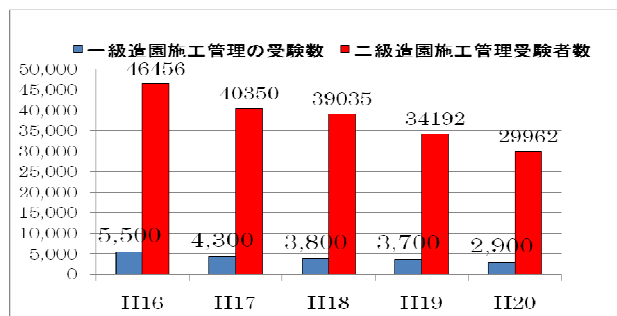


図-3 造園施工管理の受験数

(3) エネルギーサイクルの必要性

現在の日本は、エネルギー資源を大量に消費することで支えられている。そして、今ある生活の水準を継続していくためには、さらに大量のエネルギー資源が必要になってくるのではないかと考えている。エネルギー資源には、石油、石炭、天然ガスなどの化石エネルギーのほか、水力、太陽光、太陽熱、風力、地熱などの自然エネルギー、さらに原子力・核融合といったエネルギーがある。

しかし、コストの面を考えるならば身近にある資源をエネルギーに変換していくことを考えていかなければいけないと考えられる。世界各地で行っているエコロジーにもあるように、地球に残されているエネルギーは残り少ない。同時に、将来的には価格上がることが考えられる。原油価格等の上昇による深刻なエネルギー危機が発生する可能性がある。

また、化石エネルギーは、使用していくことにより、硫黄酸化物、窒素酸化物、二酸化炭素などの、環境問題となる物質を排出していくため、酸性雨問題、地球温暖化問題なども考えていかなければならない。

よって、今ある資源を再利用して長く使っていくことが求められている。

2. 研究の目的

まず、造園業における問題点を挙げる。

① コストの問題

毎年全体の2%~5%の木が腐る、または枯れる、そしてそのまま放置するか、業者に引き取ってもらうなどの処置を行っている。しかし、業者に引き取ってもらうにはお金が必要になっているためコストが掛かってしまう。

② 廃棄物増加による土地問題

剪定した廃棄物は土に還るまでに、2年~3年かかってしまう。よって、毎年溜まっていく廃棄物の増加問題

③ 処分による環境問題

昔に行っていた野焼きによるCO2が発生する問題などがある。これらの問題は、一般廃棄物を資源としてエネルギーに変換し、村で消費していくことで、循環型の村を作り、最終的にはコスト削減に繋げていくことで、問題を解決できるのではないかと考えている。



写真1 剪定によって発生した廃棄物

(1) 一造園廃棄物の発生に関する定量的分析

以下、実際に剪定を行っている企業からのヒアリング調査結果を述べる。

- ・遊具などのある一般の公園の樹木は1ha 当たり 250 本程度である。
- ・公園の場合、落葉樹、常緑樹があり、その中で針葉樹と広葉樹に分かれる。植える割合は1対9である。
- ・街路樹や道路端植え込みなどの樹木はほとんどが広葉樹である。
- ・公園、街路樹や道路端植え込みなどの樹木の高さは異なっているが平均すると2m程度となる。
- ・これらは通常1年1回の剪定が行われ、樹木1本の剪定量は1kg程度である。
- ・剪定された廃棄物は通常気乾状態にして搬出される。

以上の回答を基に公園、街路樹と道路端植え込み樹木剪定から発生する廃棄物量を算出することにした。気乾比重(針葉樹が平均0.43、広葉樹は平均0.71)となり、それぞれ0.43kg/本、0.71 kg/本となる。

① 公園より発生する廃棄物に関する調査

全国にある公園の数93,399カ所・面積は107,683haとなる。

以下、公園より発生する廃棄物量を算出する。

$107,683\text{ha} \times 250\text{本/ha} = 26,920,750\text{本}$

針葉樹 $2,692,075\text{本} \times 0.1 \times 0.43\text{kg/本} = 1,157,592\text{kg}$

広葉樹 $2,692,075\text{本} \times 0.9 \times 0.71\text{kg/本} = 17,202,359\text{kg}$

計 $18,359,951\text{kg} = \text{約 } 18,360\text{t}$

② 街路樹より発生する廃棄物に関する調査

全国にある街路樹や道路端植え込みなどの樹木は6,208,191本

$6,208,191\text{本} \times 0.71\text{kg/本} = 3,538,669\text{kg}$

計 $3,538,669\text{kg} = \text{約 } 3,539\text{t}$

③ 造園業が個人住宅から発生する廃棄物に関する調査

全国には25,534社の造園企業があり、企業1社の個人住宅から出る廃棄物量は1年間で約30,000kg

$25,534\text{社} \times 30,000\text{kg} = 766,020,000\text{kg}$

計 $766,020,000\text{kg} = \text{約 } 766,020\text{t}$

④ 造園業個人から発生する廃棄物に関する調査

全国には25,534社の造園企業があり、企業1社から発生する廃棄物量は1年間で約40,000kg

$25,534\text{社} \times 40,000\text{kg} = 1,021,360,000\text{kg}$

計 $1,021,360,000\text{kg} = \text{約 } 1,021,360\text{t}$

⑤ 合計量

$18,360\text{t} + 3,539\text{t} + 766,020\text{t} + 1,021,360\text{t} = 1,809,279\text{t}$

(2) 一造園業から出る一般廃棄物に関するアンケート

剪定によって出る廃棄物の現状を把握するために以下のアンケートを実施した。

・調査目的：剪定量、費用を把握することで削減できる量や費用が算出できる。

・内 容：・剪定を行っているかの有無

- ・一般廃棄物の処理方法
- ・一般廃棄物の処理費用
- ・自身が考えたサイクルの必要性

・調査方法：各県庁、市役所にアンケートの送付（四国全土、岡山県、NEXCO）

配布箇所15カ所（回収率73.3%）

・調査時期：2009年12月15日～2010年1月22日

(3)－ 調査結果

図-4 は、各県庁や市役所などが剪定を行っているかの有無についての結果である。この調査結果では、剪定を行っているという機関は100%となった。「はい」と答えた機関に図-5にある業者に依頼をしているか、自身の組織で行っているのかという有無を調査した。その結果、85.7%が業者に依頼をし、14.3%が自身の組織で行っているとの回答を得た。

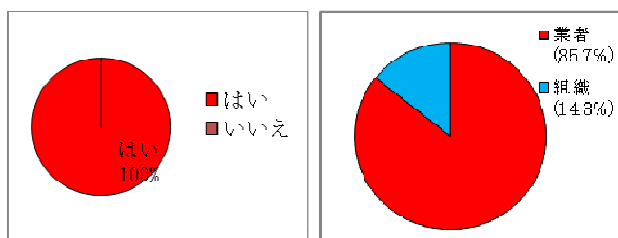


図-4 剪定実行の有無

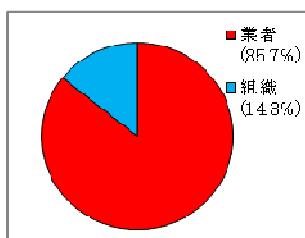


図-5 依頼の有無

図-6のグラフは、剪定した一般廃棄物の処理についてのアンケート結果である。一般廃棄物として処理しているのか、廃棄物をエネルギーに変換しているのかという質問である。

結果は、57%の機関がエネルギーに変換しているという回答が得られた。近年はエコロジーや、廃棄物のリサイクルなどが掲げられているのが要因ということが分かった。

その他については、これから先にエネルギーに変えていく試みを行う予定という回答を得た。

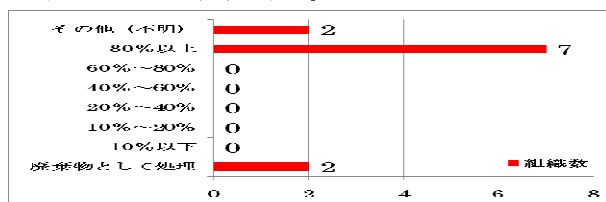


図-6 廃棄物の処理について

図-7については、本件研究での、サイクルの賛否についてのアンケートである。

本件研究では、造園業から毎年出ている大量の一般廃棄物を加工し、木質ペレットに変え、ペレットストーブ、ペレットボイラーに活用する資源サイクルシステムの可能性を追求することとした。また、発生した焼却灰を造園業での肥料や、農業肥料の一部として使用するというサイクルである。

結果は、図-7にあるように、案は良いが実行が難しいというのが54.5%で、進めるべきであるというのが36.4%であった。しかし、「やめるべきである」などの意見はないことから、この提案については、問題点を解決し、検討していくべきだと分かった。

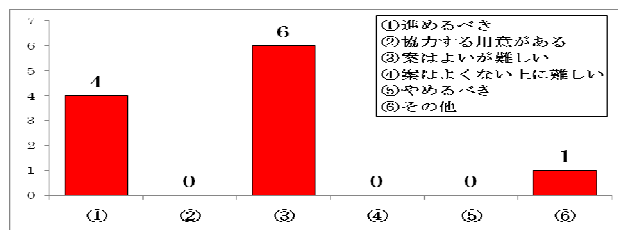


図-7 提案の賛否について

4. 現地調査

本研究は剪定した廃棄物をペレット化しペレットボイラー等に使用するという考えであった。

しかし、アンケートの自由記入欄に記入されていたことに、「私の提案するサイクルにさらに堆肥化を考えてみるべきではないか」という提案であった。このことから堆肥化について検討していくべきと考えた。

愛媛県にある農業生産法人「あぐり」が剪定したものを堆肥化しているということで、現地を視察した。

現地では、造園業と契約をして、毎年造園業が剪定したものを持ってきてもらうという方法をとっている。

そして、剪定した廃棄物をチップ化し、1か月～6か月までのブースに分けて寝かしておくというやり方を行っていて、1年を通して堆肥化を行い、肥料として活用している。



写真-2 寝かせるブース

写真-3 チップ化する機械



写真-4 6ヶ月目の堆肥

現地調査の結果としては、私の地元でも堆肥化は可能であることが分かりました。造園業から出る廃棄物をチップ化し、土地に寝かせることで、約6か月で肥料として使用可能となるという回答を得た。これならば、毎年溜まっていく廃棄物の処理を、業者に委託しなくても済むようになり、毎年掛かっている肥料代も減らすことができる。

5. ヒアリング調査

現地調査で、地域によってペレットストーブ等の必要性は大きく異なってくるので計画に組み込むことは難しいとの意見があり、事実かどうか疑問を持ったため、調査を行った。

自身の出身地の岡山県赤磐市仕屋で36世帯、86人にヒアリング調査を行った。

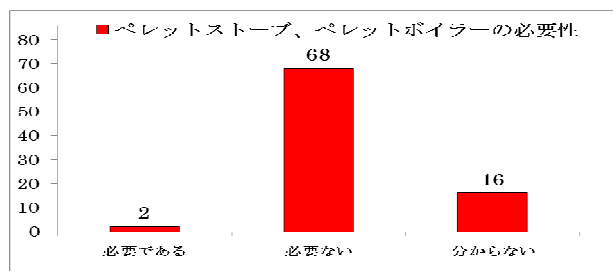


図-8ペレットストーブ、ペレットボイラーの必要性の有無

6. 地域単位の造園廃棄物の資源化プロジェクトの実施シミュレーション

自身の出身地である岡山県赤磐市出屋で行い、造園企業は、実家の家業である平尾園芸で行った。

岡山県赤磐市 出屋の概要

- ・地域の面積：2.28km²
- ・総人口：86人(2009年12月1日時点)
- ・人口密度：0.027人/km²
- ・造園企業数：1社(実家の家業の平尾園芸)
- ・造園関係者数：3人

現地調査から100 tの廃棄物を堆肥化する場合、約200坪の土地があれば可能であり、平尾園芸には保有しているすべての土地の中で、約1000坪使用していない土地があるので可能である。平尾園芸が年間に出している廃棄物の量は、

- ・保有樹木の枯れる、腐るなどで約20 t
- ・一般家庭の庭の剪定、公共施設の剪定から約15 t

合計35 t

さらに、現地調査から廃棄物を堆肥化した場合、元の重量から約65%が堆肥化できると聞いている。

$35 \text{ t} \times (65/100) \% = 22.75 \text{ t}$ 22.75 tが堆肥化した量

地元の農家でヒアリング調査を行ったが、農家は5軒で肥料の年間使用量は、合計約5 tである。

$22.75 \text{ t} - 5 \text{ t} = 17.75 \text{ t}$ 残りの堆肥が17.75 t

平尾園芸が1年間で使用する肥料は約15 t

$17.75 \text{ t} - 15 \text{ t} = 2.75 \text{ t}$ 残りの堆肥が2.75 t

結果：平尾園芸から出る廃棄物で自身の村で堆肥を作り、使用していくことは可能である。

しかし、堆肥化には以下の問題が挙げられる。

- ① 都市部にある造園業では行うことが困難。
- ② 山間地域でも土地が少ない場合は行えない。
- ③ 堆肥化は臭いが発生するので、住民からの苦情。
- ④ 造園業協会での許可の申請

問題点としては、廃棄物処理施設設置の承諾を得ることが出来ないことであると考えられる。廃棄物に対する住民の印象や廃棄物の匂いによる生活への支障、生まれ育った土地への愛情などのことから住民の承諾を得るのは困難だと考えられる。

よって、如何にして住民に説明をして許可をもらい、造園業と住民の両方に、メリットが生まれることを行うかが重要である。

さらに、堆肥化していくにあたって、土壌汚染や臭いの問題

などがあり、尚更許可が出ない可能性がある。これらの内容から、山間地域限定の項目になるのではないかと考えている。

7. 造園廃棄物の資源化についての改善案

資源化についての改善としては、ペレットストーブ、ペレットボイラーに必要なチップ化については、機械が高額なため市町村や業者などからリースすることが良いのではないかと考えている。ペレットストーブ、ペレットボイラーの使用と需要に関しては、使用については、山間地域などの苦情が起きない場所でのみ可能なのではないかと考える。需要については、エコロジーにお金を掛けている家庭などに絞っていく方が良いのではないかと考える。

次に堆肥化については、これも山間地域にある造園業でしか行えないと考えている。山間地域ならば、農家が多いので堆肥化した物を農家に安く売り、造園業も農家もメリットがある方法を行っていくならば可能ではないかと考える。農家でない場合でも、家庭菜園を行っている場合などは、こちらも堆肥を安く売るということを行っていくべきである。

8. 結論

本研究では、造園廃棄物の資源化についてというテーマに沿って進めてきた。造園業から出る一般廃棄物を資源としていくことで、今まで処分に掛かっていた費用を減らすことができ、さらに堆肥化行っていくことで、1年間に多く掛かっていた、肥料購入のコストも減らすことができると考える。廃棄物を堆肥化することは、今後の造園業の廃棄物処理において重要なものとなっていく。

しかし、堆肥化には土地に置いておくことで発生する臭いの問題や廃棄物に対するイメージなどによる住民の承諾、置いておくための土地が確保しづらいといった課題点がある。堆肥化を実行していくためには、造園業に対する地域住民からの信頼、造園業協会との連携が必要である。現在、造園業は厳しい状況に陥っている状態である。これらのことについては、早急に対応する必要があると考え、課題点についても検討が必要である。参考文献(データ出典など)

1. ごみ問題の現状

<http://www.eic.or.jp/library/ecolife/knowledge/japan04b.html>

2. 肥料事業の概要とコスト低減策

http://www.maff.go.jp/j/study/kome_sys/10/pdf/data03.pdf#search

3. 全国の街路樹数

<http://www.ksc.kwansei.ac.jp/researchfair02/07/page009.htm>

4. 造園業受験数の推移

http://www.ksknet.co.jp/nikken/guidance/gardening/1_goukaku_2008.aspx

5. 廃棄物の排出量

www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/h13/data/press.doc

6. エネルギー導入の必要性

<http://www.ena.or.jp/WE-NET/intro/chapl.html>