

平成6年度 農林水産省補助事業
木質資源利用分野開発促進事業

木質廃棄物利用推進事業報告書

平成7年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター

目 次

調 査 要 領	1
第1章 首都圏市町村における木質廃棄物の発生状況についてのアンケート調査	
はじめに	5
1. 処理施設に搬入された廃棄物の量とその中の木くずの量	7
2. 木くずの種類別の収集状況	8
3. 木くずの処分および再利用方法	9
第2章 再利用システム事例調査	
1. 札幌市ごみ資源化工場の事例	11
1.1 ごみ資源化工場の現状	11
1.2 現在に至る経過と再利用の契機	12
1.3 再利用の促進と今後の展望	13
2. 横浜市環境事業局廃棄物資源開発室	15
2.1 横浜市における木質廃棄物処理の経緯と現状	15
2.2 木質廃棄物の再利用	17
3. Aボード工業株式会社の事例	18
3.1 Aボード工業株式会社の現状	18
3.2 現在に至る経過と再利用の契機	18
3.3 再利用の促進と今後の展望	19
4. E産業株式会社T工場の事例	21
4.1 非磁性体異物分離装置開発の経緯	21
4.2 非磁性体異物分離装置開発の概要	22
4.3 再資源化原料チップ利用の現状	23

5. I 燃料チップ株式会社の事例	24
5.1 チップ工場設立当時の状況とその後の推移	24
5.2 再資源化チップ工場建設の問題点	24
6. 事例調査のまとめ	26

第3章 燃料向けチップの需要拡大対策

1. 燃料向けチップの現状と問題点	29
1.1 再資源化チップの生産と需要の現況	29
1.2 燃料向けチップおよび木くずボイラーの問題点	30
1.3 関連する廃棄物処理の動向	34
2 燃料向けチップの需要拡大対策	36
2.1 燃えがら処理対策	36
2.2 木くずボイラ使用への助成	37
2.3 カスケード利用の観点から	38

第4章 木炭の土壌改良資材および調湿材としての特性と需要拡大について

1 農耕・樹園地における土壌改良と木炭	39
1.1 耕地培養法と土壌改良	39
1.2 地力増進法と作目別地力増進目標	39
1.3 地力増進法と地力増進資材の政令指定	41
2 各種土壌改良資材の利用状況	42
2.1 政令指定資材の利用状況	42
2.2 木炭を含む土壌改良資材の利用状況	43
3 期待される木炭の土壌改良効果	49
3.1 木炭の土壌透水性改善効果	49
3.2 その他の木炭の土壌改良効果	53

4	木炭の品質基準の設定と需要拡大対策について	56
4.1	土壌改良資材としての木炭の品質	56
4.2	木炭の需要拡大と考え方	60
4.3	木炭を利用した“ボカシ肥料”の開発	60
4.4	各種農作物の育苗養土の開発	61
4.5	家庭園芸用培土の開発	62
4.6	木酢液処理木炭の土壌改良資材の品質特性と問題点	62
4.7	のり面緑化工法における木炭吹き付け資材の開発	64
5	木炭による床下気象環境改善効果と需要拡大対策	65
5.1	木炭による床下気象環境改善効果	65
5.2	床下気象環境改善利用による木炭の需要拡大対策	67
第5章 木質ボード工業の展望と再資源化原料の役割		
1.	実施の方法	70
2.	実施結果	70
資料		
	普及啓発パンフレット	73

調査研究要綱

1 目的

近年、地球規模での環境保全についての関心が高まりを見せる中で、我が国は年間1億 m^3 を超える木材を使用する一方で、それに伴ない木質廃棄物が増加し、その量は年間2千2百万 m^3 （木材工業に由来する廃材は含まない。）と推定されている。しかし、再利用されている木質廃棄物は総量の2割程度に過ぎないことから、今後、その利用促進についての取組を一層推進していく必要がある。

このためには、建築解体材等木質廃棄物がリサイクル原料として安定供給される等、各関連業者の採算性が確保されるようにすることが必要であり、このために必要な条件を明らかにし、これをもとに、各関連業者等の連携の方法をモデル的システムとして提案するとともに、再利用を推進するための普及啓発を実施する。

2 事業の内容

（1）木質廃棄物利用モデルシステム推進事業

木質廃棄物がリサイクル原料として安定供給される等、各関連業者の採算性が確保されるようにするための条件を明らかにし、これをもとに関連業者等の連携の方法をモデル的システムとして提案する。

（2）木質廃棄物利用普及啓発事業

木質廃棄物の再利用を推進するための普及啓発を行う。

3 実行体制

本事業は、（財）日本住宅・木材技術センターにおいて、学識経験者、木材・建築関係者、廃棄物処理業者、行政関係者等で構成する委員会を設け実施する。

本委員会の構成は次のとおり。

木質廃棄物再資源化技術開発事業検討委員会
(木質廃棄物利用推進検討委員会)

(敬称略・五十音順)

委員長	中野 達夫	信州大学農学部
委員	秋山 禎孝	日本合板工業組合連合会 理事業務部長
”	阿部 宏史	(社)建築業協会 廃棄物対策部会長
”	雨宮 礼一	(社)全国木工機械工業会 技術課長
”	有馬 孝禮	東京大学農学部 助教授
”	伊東 英武	北海道立林産試験場性能部 主任研究員
”	岩崎 克己	(社)日本木材保存協会 常務理事
”	川井 秀一	京都大学木質科学研究所 助教授
”	菊池 雅史	明治大学理工学部建築学科 講師
”	木下 敝幸	森林総合研究所木材利用部 加工技術科長
”	桑原 一男	(株)クワバラ解体 代表取締役
”	佐々木義治	(社)日本木造住宅産業協会 産業廃棄物プロジェクト委員
”	高橋 泰一	建設省建築研究所 第2研究部長
”	西川 盛二	日本製紙連合会 資源委員長
”	根岸 晴男	東京都清掃局 産業廃棄物指導課 主事
”	八野 行正	建設省住宅局住宅生産課 課長補佐
”	浜田 宗男	日本木材青壮年団体連合会 事務局長
”	原田 博士	全国木材チップ工業連合会 専務理事
”	東島 孝	関東木材資源リサイクル協会 会長
”	姫野 富幸	日本繊維板工業会 常務理事
”	藤井 道三	(社)全国燃料協会 専務理事
”	細貝 一則	(社)全国木材組合連合会 指導課長
”	三城 昭義	新潟大学農学部 助教授

本委員会委員以外で、本事業に協力いただいた方々は次のとおり。

宮村雅史	建設省建築研究所	第2研究部 研究員
鈴木武	(財)林政総合研究所	研究員

◎燃料チップ関係

筒本卓造	(財)日本木材総合情報センター	木の何でも相談室長
東島孝	市川燃料チップ株式会社	代表取締役
高橋保市	株式会社タカハシキカン	代表取締役
鈴木吉助	東京ボード株式会社	取締役工場長

◎木炭関係

藤井道三	(社)全国燃料協会	専務理事
谷田貝光克	森林総合研究所生物機能開発部	森林科学科長
田部重憲	バイオカーボン株式会社	工場長
藤田桂治	(財)林業科学技術新興所	

◎ボード工業関係

梶田	京都府立大学	農学部教授
鈴木滋彦	静岡大学	農学部森林化学科
海老原徹	森林総合研究所	複合化研究室長
稲垣恒	三井木材工業株式会社	繊維板営業部長
片山正	大建工業株式会社	業務部長
稗田恵吉	段谷産業株式会社	取締役ボード事業部長
町田尚哉	ニチハ株式会社	取締役営業第二部長
渡辺星一	株式会社ノダ	取締役繊維板事業部長
高井和久	株式会社CRC総合研究所	産業経済部長

4 平成6年度事業の概要（要約、キーワード）

木質廃棄物を有効利用を推進するためには、木質廃棄物を原料として安定的に供給することが必須である。平成6年度は、安定供給のための条件、再利用システムの成立条件と需要分野別の展望を明かにするための調査を行っている。主な項目は、①首都圏市町村の公的な廃棄物処理事業所を対象とする、木質廃棄物の処理状況調査（アンケート）、②再利用システム事例調査（札幌市ごみ資源化工場、横浜市、パーティクルボード工場2社、燃料チップ工場1社）、③燃料向けチップの需要拡大対策、④木炭の土壌改良資材および調湿材としての特性分析と需要拡大対策、⑤木質ボード工業（繊維板、パーティクルボード）の展望と再資源化原料の役割の分析などである。

普及啓発資料としてリーフレット「木質資源をもっと活用しよう－木材はリサイクルを待っている。」を作成している。

キーワード

廃棄物、廃材、チップ、パーティクルボード、繊維板、木炭、燃料、土壌改良材、調湿材、札幌市、横浜市、リーフレット、普及

第1章 首都圏市町村における木質廃棄物の発生状況についてのアンケート調査

はじめに

調査対象となる各市町村および広域組合の廃棄物担当部局名とその所在地などを知るため、首都圏1都3県の廃棄物担当部門を訪問し、調査目的を告げて対象先となる市町村等の名簿の提供を求めた。

提供された名簿は、清掃事業年報などの印刷物に記載された各市町村の廃棄物関係組織一覧で、これらの名簿により平成7年1月9日に278の市町村および事務組合に、次頁のアンケート調査票を依頼文書とともに発送した。

アンケート調査発送後は「木くずのみを区分した調査は行っていないため、回答できない」などの趣旨の電話が連日かかり、「木くずのうち目立つのは下記のうちどんなものですか。また、比率が推定できる時は括弧内に%を記入して下さい」と言った質問の趣旨の説明に忙殺された。

返信封筒により返信された件数は147件(52.9%)であったが、広域処理を実施しており町村としては処理を行っていない町村19件、し尿のみの処理組合が11件があり、有効回答数は117件(42.1%)で、公共団体などへのアンケート調査としては回収率が低かったが、以下に記述する集計結果に見るように、回収された調査票の記入状況も極めて部分的で、各市町村の木くずについての状況の把握度、ひいては関心度が低いことがこうした結果につながったと考えられる。

しかし、発生する木くずの種類などの設問では、解体材や木工廃材など産業廃棄物にあたる木くずの処理を行っている自治体等も結構多く、再利用促進のシステムを検討してゆく上では、こうした公共的な廃棄物処理と民間の処理事業の関連について、十分に検討してゆかなければならない等の示唆を与えてくれた。

木質廃棄物再利用推進事業アンケート調査票

市町村または組合の名称	ご回答者役職ご芳名	電 話

問1. 貴市町村または組合（以下貴市町村等と省略）の処理施設に搬入された廃棄物の数量と、その中の木くず（紙を除く以下同じ）の量についてお答え下さい

区 分	粗大ゴミを除く	粗 大 ゴ ミ	持ち込みゴミ
搬 入 量	ト	ト	ト
うち木くずの量	ト	ト	ト

問2. 上記の木くずで目立つのは下記のうちどんなものでしょうか。該当するものに○を付して下さい。また比率を推定できる時には下の（ ）内に％を記入して下さい。

区 分	木 く ず ゴ ミ の 種 類 と 比 率						
粗大ゴミを除く	1庭木枝 () %	2家具建具 () %	3新築廃材 () %	4解体材 () %	5木工廃材 () %	6種・パレット脚 () %	7 その他 () %
粗大ゴミ	1庭木枝 () %	2家具建具 () %	3新築廃材 () %	4解体材 () %	5木工廃材 () %	6種・パレット脚 () %	7 その他 () %
持ち込みゴミ	1庭木枝 () %	2家具建具 () %	3新築廃材 () %	4解体材 () %	5木工廃材 () %	6種・パレット脚 () %	7 その他 () %

問3. 木くずごみの処分方法別比率についてご回答下さい。また再資源化及び焼却処分排熱再利用を実施している時には、その方法・用途等について下段枠内にご記入下さい。

区 分	焼 却 処 分	そ の 他 の 処 分	再 資 源 化	合 計
粗大ゴミを除く	%	%	%	100 %
焼却処分排熱再利用の用途		再資源化の用途・方法		
粗 大 ゴ ミ	%	%	%	100 %
焼却処分排熱再利用の用途		再資源化の用途・方法		
持ち込みゴミ	%	%	%	100 %
焼却処分排熱再利用の用途		再資源化の用途・方法		

（注）再資源化の用途・方法は「木材チップとしてボード原料に利用」等、再利用の方法と用途を、排熱利用は「地域冷暖房」「温水プール熱源」等再利用方法を記入下さい

問4. 木くず再利用の最大の用途である燃料チップが、石油燃料の低価格安定で危機に陥っておりますが、その需要の確保など木くずの再利用を促進するためには、どんなことが必要とお考えですか。

1. 処理施設に搬入された廃棄物の量とその中の木くずの量

アンケート調査では、最初に処理施設に搬入される廃棄物の数量と、その中の木くずの量について ①粗大ゴミを除いたゴミ ②粗大ゴミ ③持込みゴミに分けて尋ねたが、この質問に木くずの量を回答したのは僅かに50市町村等で、回答数 117件中57.3%にあたる67件は、木くずのみを分けた調査は行っていないことなどから、木くず量についての記入はされず、木くずとしての発生実態についてはあまり把握されていない。

搬入量と木くず量が記入された回答について集計した結果は表1-1のとおりで、木くずの発生量は粗大ゴミを除く一般のゴミでの発生が最も多く、木くず全体の80%以上を占めるが、廃棄物からの木くずの発生比率は持込みゴミや粗大ゴミでの比率が高い。

表1-1 処理施設に搬入された廃棄物の数量と木くず量

単位 : トン

区分	全 搬 入 量			木 く ず		
	粗大ゴミを除くゴミ量	粗大ゴミ量	持込みゴミ	粗大ゴミを除くゴミ量	粗大ゴミ量	持込みゴミ
数量	1,468,648	33,173	134,569	75,183	6,005	9,384
構成比率	89.8%	2.0%	8.2%	83.0%	6.6%	10.4%
木屑比率	100.0%	100.0%	100.0%	5.1%	18.1%	7.0%

ゴミの種類別組成が調査される場合には

- ①紙布類 ②ビニール・ゴム・皮革類 ③木・竹・藁類 ④ちゅう芥類 ⑤不燃物類
⑥その他に区分されるのが一般で、埼玉県
の平成4年度の「一般廃棄物処理事業の概況」によれば、その組成状況は下の図1-1のとおりで、木・竹・藁類の発生比率は5.6%となっており、アンケート調査結果もほぼこれに近い結果になっている。

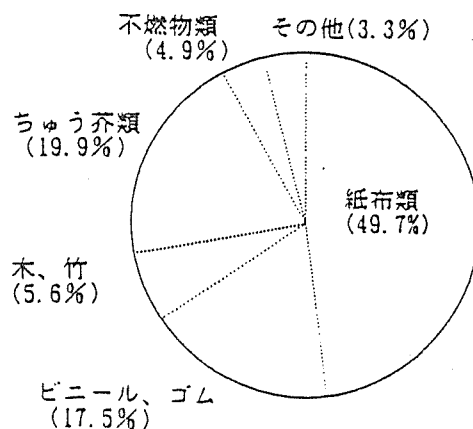


図1-1 ゴミの組成分析

厚生省の「廃棄物処理事業実態調査統計資料」によれば、首都圏1都3件の平成3年度処分計画量の総計は13,526千トンと全国処理計画量の27%に達し、この処理計画量に上記の比率を乗ずれば、発生比率では5~6%と低いが、発生量では676千トン~812千トンと言う膨大な量になる。

本アンケート調査では、発生量の大きな東京都区部や横浜市の回答が得られなかったが、横浜市環境事業局資源開発室の調査によれば、横浜市で発生する廃木材排出量は建築系233千トン、工場系43千トン合計276千トンと推計されており、この中で年間約3万トンが市の焼却工場で焼却処理され、36千トンが民間処理業者によつて処理され、さらに12千トンが浴場業者の燃料などとして利用されていると見ており、公共団体による回収量で見てもかなり膨大な量になることが伺える。

2. 木くずの種類別の収集状況

次にアンケートの間2.では、木くずを剪定枝・家具建具・新築廃材・解体材・木工廃材・梱包パレット材・その他の7項目に分けて「木くずで目立つのはどんなものか」を尋ね、さらに「その比率を推定できる時にはその比率を記入する」ように求めたところ、目立つものに○を付して回答された件数が90件、このうち比率が記入された回答は19件に過ぎず、無記入回答が27件あり、この質問でも数量的な把握は極めて低い状況にとどまった。

表1-2 木くずの中で目立つものとして○を付された件数

区 分		剪定枝	家具建具	新築廃材	解体材	木工廃材	梱包パレット材	その他
粗大 ゴミ 除く	回答数	63	63	63	63	63	63	63
	○件数	54	13	2	2	5	4	14
	比 率	85.7%	20.6%	3.2%	3.2%	7.9%	6.3%	22.2%
粗大 ゴミ	回答数	66	66	66	66	66	66	66
	○件数	21	64	1	9	6	2	9
	比 率	31.8%	97.0%	1.5%	13.6%	9.1%	3.0%	13.6%
持ち 込み ゴミ	回答数	61	61	61	61	61	61	61
	○件数	50	40	5	16	12	8	11
	比 率	82.0%	65.6%	8.2%	26.2%	19.7%	13.1%	18.0%

木くずの中で目立つものとして○を付された71の回答について、○の付された品目の状況を見ると表1-2のとおりで、粗大ゴミを除く一般回収ゴミの中では剪定枝が圧倒的に多い。粗大ゴミでは家具建具が圧倒的に高く、剪定枝がこれに次ぐが、解体材も13.6%と3位に出てくる。持込みゴミでは剪定枝と家具建具が高い比率を占めるが、解体材・木工廃材なども20%前後の比率を占め、粗大ゴミや持込みゴミでは産業活動に伴う木質廃棄物が種々搬入されており、解体材など産業廃棄物の処理を行う自治体なども多いことが分かる。1位を占める剪定枝も一般回収ゴミの場合と異なり、公園や並木など公共団体が管理する施設の手入れによるものが業者により持込まれる。

さらに、木くずの比率を記入した19件について集計した結果は表1-3に掲げたとおりで、発生傾向は○を付して回答された傾向と同様の結果になっている。

表1-3 19市町村における木くずの発生比率

区分	剪定枝	家具建具	新築廃材	解体材	木工廃材	髷パレット廃材	その他	合計
粗大除く	49.4%	24.9%	0.1%	0.9%	8.3%	2.3%	14.2%	100.0%
粗大ゴミ	12.6%	60.4%	1.6%	4.6%	3.0%	2.6%	15.1%	100.0%
持込み	36.3%	37.4%	1.8%	7.4%	2.2%	1.1%	13.9%	100.0%

3. 木くずの処分および再利用方法

回収された木くずの処分方法別比率を尋ねた結果は、28件の白紙回答を除く89件（但しゴミの種類により記入のないものがあり、ゴミの種類別の回答件数は粗大ゴミを除く81件、粗大ゴミ73件、持込みゴミ72件）について表1-4に掲げたようで、その殆どが焼却処分されており、再資源化は粗大ゴミ以外では1%にも満たない。

表1-4 木くずの処分方法別比率

区分	焼却処分	その他の処分	再資源化	合計
粗大ゴミ除く	96.7%	2.4%	0.9%	100.0%
粗大ゴミ	90.5%	7.4%	2.1%	100.0%
持込み	96.6%	3.1%	0.3%	100.0%

その上、再資源化の方法・用途などについて記入された回答は僅かに11件で、紙・布・金属・ガラス・などを回収業者に引渡し再利用する 5件、再利用可能な家具などを展示し無料で提供6 件と、設問にあたり予想した燃料利用など木くずの利用に関する回答は全く見られなかつたことから考えれば、実態としては木くずの再利用は皆無と見て差し支えないであろう。

また、焼却処分排熱の再利用について尋ねた結果は表1-5のとおりで、処理施設内での暖房や温水利用が排熱再利用の主体で、その他発電、温水プール、福祉施設の暖房給湯などとなっており、この分野でも利用の道はかなり制約されている。

表1-5 焼却処分排熱の再利用の実施状況

単位 : 件数

施設内の暖房・風呂・給湯	温水プールの給湯・暖房	発電	福祉施設の暖房・給湯	植物園の暖房	下水汚泥の乾燥	実施せず	無回答
29 63.0%	9 19.6%	9 19.6%	7 15.2%	1 2.2%	1 2.2%	8 17.4%	71

(注) 下段の%は無回答を除く46件に対する比率

第2章 再利用システム事例調査

1. 札幌市ごみ資源化工場の事例

1.1 ごみ資源化工場の現状

札幌市には処理能力600t/日の清掃工場4工場、能力300t/日の1工場、併せて5清掃工場が稼働しており、可燃性のゴミはこれらの施設で焼却処理されるとともに、排出する熱は地域の集中暖房や施設園芸農家のビニールハウス、温水プール、老人福祉保養施設などに供給されているほか、発電にも利用されている。

このうちの篠路清掃工場には、隣接して第三セクターの財団法人 札幌市環境事業公社が運営するゴミ資源化工場があり、その工場内には、昭和63年に竣工し稼働をはじめたボード用原料を生産するチップ工場と、平成2年に竣工した固形燃料（RDF）を生産する燃料工場の2工場がある。

チップ工場では関係業者が持ち込む物流業者から排出される梱包材、家屋解体材の中の柱材、または新築現場から出る端材などが主として利用され、手選別によつて不適切な混入物を除去した後に、回転破碎機によつて粉碎されチップ化される。チップに混じる釘などの異物は磁力選別機によつて除去され、スクリーンによつてふるい分けが行われ、ボード用チップが生産され、道内の木質ボード工場に出荷される。また、チップの一部は固形燃料生産用原料として燃料工場に送られ、付随して発生するダストは家畜敷料として引き取られる。

燃料工場のゴミ処理能力は1日200t。生産される固形燃料は140tで、平成4年度にはゴミ53,000t から固形燃料26,000t と6,000tの固形チップが生産された。

ゴミを燃料として商品化するには、安定的な供給と均一な品質が保証される必要があり、①分別し易いゴミ②必要な量が確保できるゴミ③カロリーの高いゴミが必要になる。このため、燃料工場には木くず主体のゴミを処理するライン、紙くず主体のゴミを処理するライン、プラスチック主体のゴミを処理するラインの3つのラインがあり、これらのラインで破碎された原料は、固形化の段階で木くず：4、紙：5、プラスチック：1の割合で混合され、押出し式成型機で固形化される。製品となつた固形燃料の発熱量は4000～4500

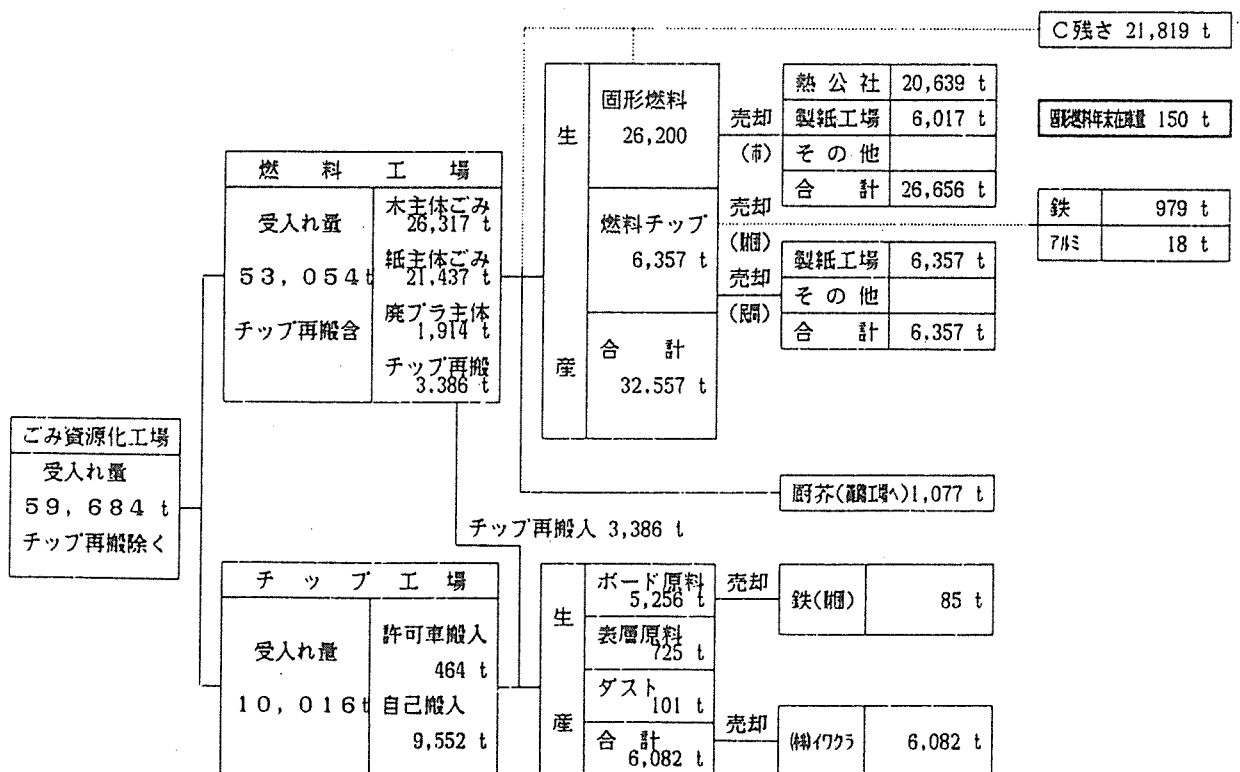
Kcal/Kgで、石炭の2/3程度のカロリーを持ち、市の熱供給公社や製紙会社に燃料として出荷される。

このようにして、平成4年度にはゴミ59,700t から固形燃料26,200t と6,400tの燃料チップ、6,100tのボード原料チップが生産され、資源化された。この状態を次頁の図2-1に示した。

1.2 現在に至る経過と再利用の契機

札幌市は産業の大部分を中小企業によつており、観光都市としての街の美化が市の経済に大きな影響を持つなどから、昭和47年に「札幌市の廃棄物の処理及び清掃に関する条例」によつて6品目の産業廃棄物（木くず、紙くず、布、ガラス、陶磁器くず、燃えガラ）を市において処理することとしていた。（市町村の事情によつて、処理の対象とする廃棄物の種類は異なるが、かなり多くの自治体でこうした条例を持っている。しかし、木くずを処理対象としている自治体はごく少ないと聞いているとのことであつた。）

図2-1 平成4年度におけるゴミ資源化工場処理実績



しかし、当時は周辺の空地も多く比較的容易に投棄が可能だったため、有料の市の清掃工場への持ち込みは少なかったが、札幌のベットタウンが広島・江別などに拡がるに従い、そうした地域で廃棄物処理に対する住民の市民運動が激化し、市への持ち込みが急速に増加した。

一方、市の清掃工場では焼却処理の余熱利用として発電や地域暖房、園芸用暖房などに利用してきたが、雪国の特徴としてゴミの発生は夏季に多く、冬季に少ないが、熱の供給は冬季に多くなる。このため、①冬季の安定した熱の供給を行うゴミの確保 ②夏季のゴミ処理のオーバーロードの解消を目的に、昭和61年に1万トンのゴミを貯留できるゴミサイロを建設したが、貯留されたゴミの殆どが木くずで占められ、これが再利用への発想につながり、63年にまずチップ工場が完成した。

需要面では、再利用の検討と同時に市の熱供給公社との話し合いを開始したが、熱供給公社は不足分の燃料に石炭を使用しており、コストダウンのためにはより安い燃料に関心を持っており、両者の利益が一致した。また、パーティクルボードメーカーの岩倉組が、再資源化原料の利用のため札幌市を拠点に収集するという話があり、ボード原料用の用途も話がついた。さらに、固形燃料については製紙会社にも利用の検討を依頼し、ここでも使用してもらっている。

1.3 再利用の促進と今後の展望

このようにしてゴミ資源化工場がスタートしたが、処理費用を清掃工場ですべて処理するものも、埋め立て処理するものもトン当たり4500円としたため、持ち込まれる木くずの量は増加したが、分別状況が悪いものも多く、選別に多くの手間を必要とするばかりでなく、有効な木くず量も低かった。こうした経験から、平成5年に料金を改定し、分別した木くずは従来どおりトン4500円とし、混合ゴミはトンあたり7000円とした。その結果、分別状況の良いものが入るようになったが、持ち込まれる量が減少し、トン6000円で受け入れている民間処理業者への搬入が増加した。

産業廃棄物の木くずで量的に多いのは建築解体材だが、この再利用には解体工事のやり方の影響が大きく、できるだけ分別解体して持ち込んでもらう目的で料金を改定したが、

民間処理業者との関係で必ずしも初期の目的が果たされていない。

解体工事に使用される機械も改良され、ただ、押し潰すだけでなく、木材を引き抜くような機械も出来ていると聞くが、どうしても選別が必要だと考えられるので、中沼地区に計画されているリサイクル団地構想の中に、浮遊選別などのできる木くずの分別基地を作る構想が出てきている。

ただ、木くずは再利用しても付加価値が小さいため、なかなか再利用が難しい面があり、将来はもう少し付加価値が高い再利用の方法はないかと思案している。旭川の林産試験場では廃木材を藻礁に利用する研究が進められており、こうした研究が実つてくれれば良いと願っている。

2. 横浜市環境事業局廃棄物資源開発室の事例

2.1 横浜市における木質廃棄物処理の経緯と現状

(1) 横浜市における木質廃棄物の処理の経緯

横浜市では家屋解体木材などの一部の産業廃棄物も、廃棄物の処理および清掃に関する法律（昭和46年施行）以前から、市において処理を行ってきた経緯があり、平成4年9月の「横浜市廃棄物等の減量化、資源化及び適正処理等に関する条例」に制定にあつても、その第26条で「横浜市はやむを得ない事情があると認めた場合に限り、事業系廃棄物で産業廃棄物以外のもの（以下「事業系一般廃棄物」という）について、一般廃棄物処理計画に基づき、収集、運搬、及び処分を行う」として、その処分する産業廃棄物は市長が定めて告示することとされ、具体的には横浜市告示第 279号で、①紙くず、②木くず、③繊維くず、および④食料品製造業、医薬品製造業、又は香料製造業において原料として使用した動物又は植物に係る固形状の不要物で、前処理したもの、⑤その他特に市長が適当と認めたものとされ、解体材などの木くずも受入れが認められている。

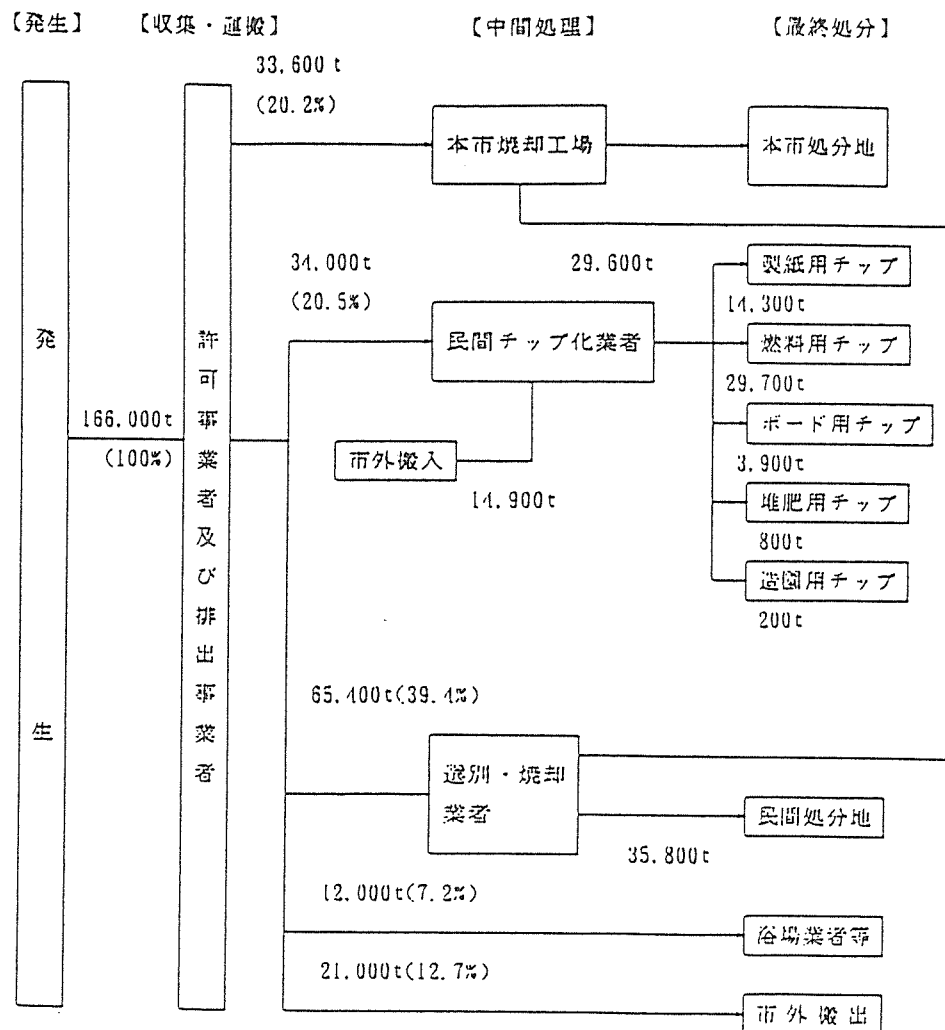
(2) 横浜市における木質廃棄物の排出量と処理状況

横浜市における木質廃棄物の排出量は、平成元年で新築廃材が57,700～63,400ト/年、解体材が 132,600ト/年、工場系廃材が38,000ト/年、合計 228,300～234,000 ト/年と推低され、平成7年では建築系が 232,500ト/年、43,200ト/年、合計 275,700ト程度に増加が予想されている。

この発生量の中で、廃棄物処理の流れの中に排出される木屑量は、廃木材の処理フロー図2-2に掲げたように166,000トと推定され、その33,600トが市の焼却工場で焼却されている。別にほぼ同量が民間の処理業者によつて原料チップや燃料チップに再利用され、また、12,000ト程度が浴場業者などで燃料として利用される。

このような焼却または再利用の他、65,400トが民間の中間処理業者などによつて選別・焼却処理され、民間処分地で埋め立てされているものと推定されている。

図2-2 横浜市における木質廃棄物の処理フロー（平成2年度）



解体材など大きな木くずは破砕機のある旭、港南、栄、保土ヶ谷、北部の焼却工場に搬入され、その量は年間に3万トンくらいに達する。この破砕機に持ち込まれる物の中には畳など木材以外のものも含まれるが、30cm以下に切断されたものは破砕機のない工場にも持ち込みされており、それがほぼ相殺されるくらいの量と考えられる。

ただ、解体材については破砕能力などから、平成2年以来受入量を1日に4トン以下、1ヶ月に20トン以下と数量で規制している。民間処理業者はkgあたり14~15円の処理費用を徴収しており、市はkgについて9円50銭なので、料金的には市に搬入する方が有利になっている。それでも民間処理業者の処理能力も決まっているため、処理業者の処理料金は上昇する傾向にあるようだ。この規制により民間チップ業者に回っているものが34,000トンくらいあると推定しており、両者だけで木くずの総量は6万7千トンにも達する。

2.2 木質廃棄物の再利用

このように大量の木質廃棄物が搬入されていることから、昭和63年頃から木くずの利用について考えてきた。

最初は下水処理の脱水ケーキの燃焼に微粉炭を使用しており、この燃料での利用を考えたが下水道局が別の熱源を選択した。

次に下水処理水を綺麗にする必要が強まっており、活性炭吸着が必要と考えられることから、活性炭での利用を検討したが、別個の処理方法が開発され実現されなかつた。

現在まででは、年間約1万トン程度発生する剪定枝を対象に、グリーンコンポスト工場を建設して2,600トンのコンポストを生産している。その他粗大ゴミの家具などは仕えるものはリサイクルプラザで再利用に回しているが、再利用が難しいものは収集の段階でバックカーで破碎して焼却する。

以上のように現状は殆どの木くずが焼却処理されているが、この焼却による熱は老人福祉施設や温水プールなどに利用している他、発電も行って地下鉄への供給や売電も実施して利用に努めている。

木くずチップの再利用では木質ボード工場の進出も考えられるが、横浜市では地価が高過ぎるなどの問題がある。施設部門から次の工場での破碎機の設置計画について協議があるが、原料チップの需要が将来的に安定して期待できるのかどうかなど判断の難しい問題がある。

廃棄物処理工場は地域の住民から見ると迷惑施設であり、処理工場で計画するよりも再利用工場の計画の方が受け入れられ易い。そうした点からも再利用を推進してゆきたいので、今後とも意見の交換をしたい。

3 Aボード工業株式会社の事例

3.1 Aボード工業株式会社の現状

Aボード工業株式は合板メーカーの最大手Sグループに属する木質パネルメーカーで、埼玉県下の合板工場と東京新木場のパーティクルボード工場がある。

新木場工場が設立された当初は、グループ合板工場の残廃材の利用を目的として作られ、パーティクルボード原料は専らグループ合板工場の残廃材チップによつていたが、現在は数%の周辺木材工場の残廃材を除けば、殆ど総てが再資源化原料であり、かつその殆どを廃棄物の原形で受入て、産業廃棄物処理業の許可を受けて自らチップに加工している。

現在、月に5000トンの木質廃棄物を処理する能力を持ち、受入れている木質廃棄物はコンパネ廃材 55 %、パレット廃材 15 %、梱包木箱廃材 10 %、その他 20 %で、合板・製材工場等の残廃材などバージン原料は僅かに数%に過ぎず、完全に木質廃棄物再製工場と言うべき姿になつている。

3.2 現在に至る経過と再利用の契機

昭和61・62年頃から原料不足などから廃棄物処理業者のリサイクルチップを、時折受け入れて使用したが、異物処理などにかかなりの手間がかかった。使用する側の希望を述べても、当時はまだ燃料チップの需要も多く、要望をなかなか聞いてもらえなかった。

このため、こんなに手間暇がかかるなら、自分でできないかということになり、平成元年にはじめて破碎機を設置した。

当時は、新木場周辺の木材加工工場を回つて残廃材を頼んだり、近くに建築現場があるとコンパネ廃材などをお願いしたり、太田区の青果市場へトラックで梱包廃材を引取りにいったりして、残廃材の集荷に努めたが、再資源化原料は全体の10%に満たない程度に過ぎなかった。

一方、当時は東京都から木くずボイラーの焼却量を抑制するよう指導をうけており、リサイクル原料は含水率が15~20%と低く、バージン原料の含水率の40~50%に比較して、ボイラーの燃焼量の抑制上にも効果があることが分かり、1石2鳥と言うことで再資源化

原料の利用を促進することとなり、平成2年に今のラインの破碎装置を設置した。

この新しい破碎機の設置と前後して、本社から廃材を集荷するため選任の担当者に来てもらい、ゼネコンを回って廃コンパネの持ち込みをお願いしたり、運送業者にパレット廃材や梱包材をお願いして歩いた。

この当時からスティールバンドなどで縛り、ホークリフトでおろせるような荷姿での持ち込みをお願いしたが、この最初の頃には、お金を出して処理してもらうことになお抵抗が強かった。大手ゼネコンはこの点は理解はしていたが、持ち込んだ荷物の中に木材以外の廃棄物が押し込んであるなど、様々な問題があつた。こうした問題が理解され徹底するのに3年くらいの月日がかかった。現在はダンプの場合にはバラ積みでもよいことに変更したし、廃棄物の収集運送業者の中にも専属のようにして持ち込む業者もできた。

木質廃棄物の発生には季節的な変動があり、不足する時には再資源化チップ業者からリサイクルチップを購入する場合もある。こちらの足元を見透された時には高い時もあるが、リサイクルチップ業者の方が置き場がなくなつて言ってくる時もあり、それぞれで助け合っている。

平成2年の月1000トンから、後に1基増設し、さらに昨年能力不足から機械の入れ替えを行い、現在は月間5000トンの処理能力になつている。この処理能力の増加とともにこれに従事する人員も増加し、集荷営業、受入れ、投入、事務とこの関係だけで今は9人の社員が従事しており、今年からは1つの事業部として独立採算的に計算することとした。

3.3 再利用の促進と今後の展望

異物分離装置は吊り下げ式磁選装置と風選装置をつけており、鉄は完全に除去できるが、非鉄金属は除去が難しい。パティクルボード工場では原料を風送することが多く、この際に金属片があると火花が出て、粉塵爆発を起こす可能性がある。このため、同社では現在までのところ家屋解体材は全く使用していない。

今の生産量であれば解体材は使用しなくても済むが、今後、生産量を増加使用とすれば、都市資源に依存しかない状況から見て、家屋解体材も使用しなければならなくなると考えている。

パティクルボード用の原料はパルプに比較すれば半分以下くらいの価格で、安いものでなければ使えないから運賃負担能力が小さい。折角、木質リサイクル資源が出てもどうして運ぶかが問題だ。現在集荷されている範囲では横浜の本牧埠頭あたりから梱包廃材などが入り、これらが一番遠い方だろう。パレットは材料としてはよいが、運送効率としては大変に悪く、運送前に壊して整理出来ればよい。

同社のリサイクルチップ生産量の推移を見れば下記のとおりで、平成4年後半から漸く本格化している。

平成3年4月	58 トン	3年	2,900 トン (100.0)
10月	878 トン		
平成4年4月	1431 トン	4年	19,230 トン (663.1)
10月	2620 トン		
平成5年4月	2331 トン	5年	27,400 トン (944.8)
10月	2820 トン		
平成6年4月	3670 トン	6年	35,700 トン (1231.0)
10月	3815 トン		

4 E産業株式会社T工場の事例

4.1 非磁性体異物分離装置開発の経緯

同工場は、合板工場から発生するラワン廃材をパーティクルボード原料に利用することを目的に、昭和44年に日本で始めて作られた工場で、その後、E産業側でも東北、中国などに同様な工場を新設したし、他社でもPB工場を建設し、合板工場に併設したPB工場の建設ラッシュになった。こうした事情から、同工場の原料は当然ラワン廃材が当てられてきた。

一方、パルプ工場では柱など解体材の中の良い材をチップにし、Kgあたり18~19円と言うかなり高い価格で使用していたが、輸入チップの増加などから古材チップの需要が減少し、そうしたものがPB工場に流れてくるようになり、7~8年前から解体材チップを少しづつ使用するようになった。

こうした経緯で、比較的品質の良い古材チップだけを少量使用してきたが、それでもユーザーの木工工場から、カットの際に金属片がありノコの刃がかけたなどのクレームがあり、この対策を検討していたところに3年程前に工業会からこの話があり、平成4年度に設備を開発を行い、5年度に設置した。

PB工場で再資源化チップの利用を考える場合に、PB工場自体が建築廃材をダイレクトに仕入れてチップに加工する方法と、再資源化チップ業者からチップ状に加工したものを仕入れる方法が考えられるが、前者の方法は ①輸送コストが高くなる ②異物が付着・混合しているため、燃料用が不可避免にかなりの量発生し、このマーケットが不可欠であるなどから、都市工場でない限り建築廃材からのダイレクトな生産は難しい。

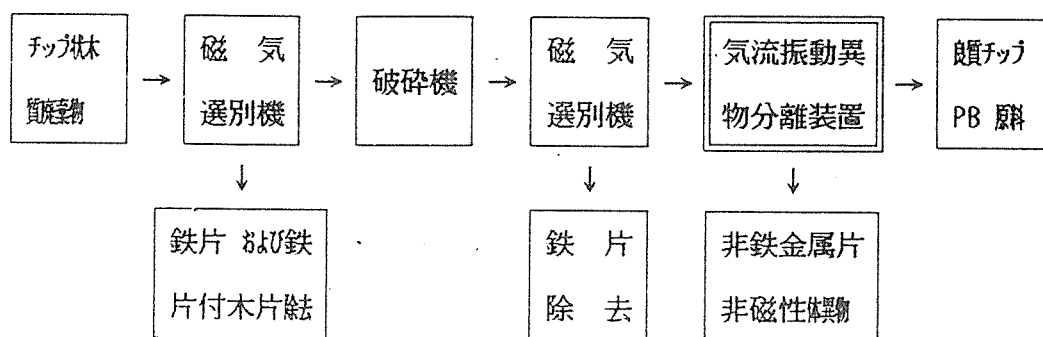
チップの二次処理段階ではフレーカーによる切削が必要だが、含水率の低い材料はフレーカーによる切削が難しい。こうした木材自身の特性に加えて、金属異物が混入していたのでは二次処理がより一層困難となり、PB工場としてこれは避けなければならないが、チップ業者から仕入する場合には、チップ業者の多くが零細な業者で、そこまでの高度な異物分離を求めることは無理が多い。

一方、合板用原木などの輸入量は年々減少しており、PB工場にとっては、現在は燃料用に向けられているような、再資源化チップのPB原料への利用を高めてゆくことが課題とされている訳で、こうした観点から今回の異物分離装置の開発にあたった。

4.2 非磁性体異物分離装置開発の概要

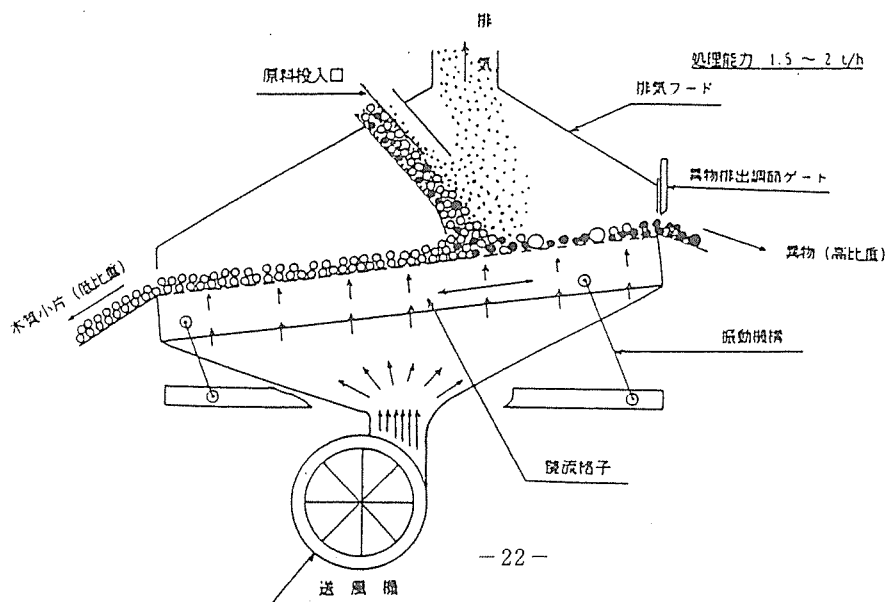
開発の結果は平成6年3月の「木質廃棄物再資源化技術開発事業報告(Ⅲ)」に報告したとおりで、中間処理業者から持ち込まれたチップ状木質廃棄物に含まれる異物の一部は、木片に食い込んだ形で付着しており、このため、まずマグネット・コンベア等で磁気選別を行うと同時に、破碎機により細片化して異物と木片の結合を弱め、さらにマグネット・ロール等により鉄片など磁性体を可及的に取り除く。この分離装置の開発は、ここまでの段階で除去できない、非磁性体を主体とする異物を完全に除去するため、気流振動による異物分離装置を開発したもので、その概念を図示すれば下の図2-3のようになる。

図2-3 異物分離ラインの概念図



装置は図2-4に示すように3～5度に傾斜した振動スクリーンの上に投入されたチップは、下部から送られる整流された空気とスクリーンの振動によつて、チップ中の比重の大きい金属類はスクリーン上を傾斜の上方へ移動し、木質チップは傾斜下方に移動する。投入原料に含まれている微粉は、スクリーン下部からの風量に対し、若干上回る吸引風量を上部の集塵装置でコントロールすることにより、系外に飛散することなく集塵される。

図2-4 異物分離装置要領図



本異物分離装置の設置により、電線などの銅やアルミを含めて磁力選別で除去できない金属も十分に除去されるため、後のバルマンミルによるチップの切削工程での刃物の損傷が減少し、刃物の交換回数が減ると同時に、切削小片の品質も向上した。

また、含水率の低い古材チップの使用が増加したため、ドライヤー効率が向上し、エネルギー消費節減の上でも効果があつた。

チップに砂の混入が多い場合、スクリーンの網目から下に落下して整流板に入り、風の流れが乱れ易い。銅線などの細線が混入すると、スクリーンの網目に刺さり、異物の流れに支障になるなどの問題点が一部残されたものの、所期の目的は十分に達成され、今後は紙・プラスチックシートなど、比重の軽い金属以外の異物を、完全に分離除去することにより、解体材などの再資源化チップを、より高品質のPB原料として利用してゆくことが必要と考えている。

4.3 再資源化原料チップ利用の現状

本装置開発前の解体材チップの利用比率は全原料の7～8%に過ぎなかつたが、現在は30%にまで増加し、生産量も月5,000トンから5,300トンに増加した。6月からはさらに6,000トンに増加する計画を進めている。

製品輸入の増加からプレーナくずは増加しているが、製材や合板残材は減少しており、今後、南洋材丸太の輸入が減少した分は、解体材など再資源化原料の利用を増加させる以外にない。

ただ、解体材はその大半が針葉樹で、材の特性がボードの品質に影響を与え易く、その点を技術的に如何に解決してゆくか、など技術的課題も多く残されている。

これらの再資源化原料の納入業者は現在20数社に及んでおり、その地域は富山・大阪・兵庫・名古屋など広い範囲に分布している。これら納入業者の殆どは、当社でそういう業者を探し、こちらから声をかけて納入が始まつたが、中には当社がそうした原料を使用していると聞いて、先方から引き合いがあつたものもある。

今後、再資源化原料の使用を増加してゆく上では、そうした古材発生についてのデータベースのようなものが整備されれば、安定供給と輸送の合理化を図ることができる。

5. I 燃料チップ株式会社の事例

5.1 チップ工場設立当時の状況とその後の推移

同社は昭和58年12月に設立されたが、当時はパルプ用チップに向けられる柱だけなら1車に千円の心付けを渡すと言う時代で、廃材の受入れに処理費を貰うなどと言う意識はなく、それでも処理工場を運営することができた。

昭和50年代後半は、二度にわたるオイルショックを経て、省資源・省エネルギーの意識が定着するとともに、土地利用の高度化が進んだこととあいまって、市民の環境意識の高まりを背景に、廃棄物の適正処理に対する関心が強まり、木くずだけに分別すれば廃材チップ工場で安く処理してくれると言うことで、解体業者などもチップ工場へ搬入するケースが増えていた。

そうした時代ではあつたが、工場開設当初は原料廃材を集めるのに苦勞し、ダイレクトメールだけで70～80万円の経費を使用した。DMはあまり効果がなく、結局は口コミで拡がるしかなかつたが、荷台の周囲は木材でも中はゴミを詰めてくるような業者も多く、こうした混合ゴミの搬入には、持ち帰つて貰うなどの手段をとり、そうしたことが搬入者に理解される迄には約3年を要した。

しかし、やっと廃材が集まつてくるようになってきた頃には、円高の進行と原油価格の低下と言うダブルパンチで、61年5月にはトンあたり1,500円の処理費を徴収することになり、続いて62年5月にはトン2,000円に値上げしたが、8月には再度2倍に近い3,500円に引き上げなくては、化石燃料と競争できない状況になつた。

現在はトンあたり5,000円を頂いているが、一般の処理業者に持ち込んだ場合には、4トン車で4～6万円の処理費がかかり、再資源化チップ工場の処理費は半分くらいになつている。

5.2 再資源化チップ工場建設の問題点

同社の工場は市街化調整区域にあり、殆どの再資源化チップ工場も調整区域に建てられている。

都市計画区域で開発行為を行う場合には、都市計画法51条で自治体の都市計画審議会の審査が必要とされるが、この審査には早くても2～3年遅ければ4～5年を要するとされ、こうした時間の空費を避けようとするれば、調整区域を選ぶしかない。

しかし、調整区域では公共施設のほかに工作物を設置してはならないとされており、建物は勿論屋根もつけることはできない。同社の工場は折畳みの可能なテントハウスで、雨の時以外は常時テントをたたんで作業していた。ところが、風が吹けばホコリが飛ぶため、周辺の住民から市役所に苦情が寄せられ、市の公害防止課から呼び出しを受け、直ちにテントを閉めるよう命令され、現在はテントを占めて作業をしている。

現在、廃棄物処理ではコンクリートガラの処理施設だけは建物を建ててよいことになっているが、木くずの処理では認められない。

工場団地に入ることが考えられるが、各種の工場が入る団地では、ハイテク産業とか食品とか綺麗な産業は問題なく人居できるが、汚れる産業はなかなか入れない。

その上で立地が決まれば、各自治体が定める「廃棄物処理施設の設置および維持管理に関する指導要綱」によつて、中間処理施設や再利用施設の設置条件が病院や学校から100m以上離れなければならないなど詳細に規定されており、その中には周辺住民の承諾の項目があり、概ね周囲300m以内の住民の2/3、或るいは搬入路沿道住民の3/4の承諾を得ることなどが規定されており、実際に工場が立地できるためには大変な過程を経なければならない。こうしたことを考えると、今後、民間でこうした再資源化工場を建設するのは大変に困難なことと言わなければならない。

その他、県外産業廃棄物の適正処理に関する指導要綱が制定され、県外から搬入される産業廃棄物の事前協議制が実施された平成2年には、県外から搬入されていた廃材がさっぱり入らなくなり、この時には生産量がガタ落ちに下がり、ユーザーにまでご迷惑をかけた。

再利用の促進は地球環境の上からも奨励すべき業務にもかかわらず、現実には迷惑産業として住民から敬遠されることが多く、いつ新しい規制が強化されるか分からない不安があり、重油価格との採算性の問題と併せて、再資源化チップ産業は必要な産業でありながら、余りにも問題が多く、かつ深刻だが、それに対する行政側の対応は何も見られない。

6. 事例調査のまとめ

事例調査の対象とした札幌市・横浜市ともに、古くから解体材などの産業廃棄物を自治体の清掃事業で取扱ってきており、そうした経緯から、現在は市の条例によつてこれらの取扱を定めて処理を実施している。

この取扱量が大きいため再利用の関心が高まり、札幌市では環境事業公社を設立してその有効利用に努めており、横浜市でも環境局に廃棄物資源開発室を設けて、木質廃棄物の再利用について検討を重ねており、横浜市廃棄物資源公社で剪定枝を利用して、グリーンコンボトスの生産を行うなどしている。

一方、首都圏の自治体等へのアンケート調査の結果では、多くの自治体の清掃当局が、木のみでは収集量を回答できない状況で、その関心は著しく低いことが示された。この木質廃棄物に体する認識の差は、①自治体自身が解体材などの産業廃棄物を取扱うかどうか、②収集される木質廃棄物の量が多いかどうか、の2点にかかっている。

しかし、このように自治体が自ら解体材などを処理する自治体でも、横浜市の場合には、剪定枝によるグリーンコンポストを除けば、全量が焼却で再利用されてはいない。

その上、発生する解体材などの全量を処理している訳ではなく、横浜市では市の清掃施設の処理能力に併せた搬入量の規制を、札幌市では民間の解体材処理施設に比較して割高な処理費用によつて、処理量にブレーキをかけている。横浜市の平成2年度の調査でも、同市による木質廃棄物の処理量を遥かに越える量を民間処理業者に委ねており、この民間処理業者の処理する量を含めれば、焼却処理される木くずの量はさらに多いものとなり、再利用のごく一部に限られることになる。

このように横浜市のみでも、1つの木質ボード工場ができるくらいの大量の木質廃棄物が収集されながら、再利用されず焼却処理されていることは、木材資源の有効利用から見れば極めて残念なことで、何とかその有効利用の道を開発する必要がある。

一方、民間の2つのボード工場のケースを見ると、大都市圏に立地するAボード工業は自ら中間処理業者の認定を受けて、型枠合板廃材や廃パレットなどをチップ化して、ボード原料としているのに対して、地方中小都市に立地するE産業は民間の中間処理業者から

再資源化チップを購入して使用している。

両者の再資源化原料の利用方法がこのように異なるのは、解体材などの廃木材を原料として再資源化チップを生産する場合には、原料チップのみを生産することはできず、かならず燃料向けチップも発生する。このため、これを自家消費できない時にはその販売先を見付けなければならないが、地方では燃料向けチップの需要先を確保することが困難で、ボード原料チップのみを購入することになる。A工業は非鉄金属異物が混入し易いことと、燃料向けチップの発生が多いことから、解体材は全く利用していない。

また、Aボード工業では再資源化原料の収集のため、平成3年から専任の資材担当者を配置して、周辺の型枠工事現場や物流業者・木材加工場などを訪問して、廃木材の持ち込みを依頼して歩いたが、フォークで降ろせるような荷姿やゴミの選別など、受入れ側の希望する状況になるには3年くらいを要したと言う。

E産業の場合にも、ここ2年間で再資源化原料の使用は原料使用量の7~8%から30%に増加したが、納入業者の殆どは本社の資材担当者が中間処理業者を探して、E産業から話をかけて広げてきており、再資源化チップの供給ルートの開発には、かなりの期間と労力が必要となる。

E産業の工場責任者は、今後「南洋材丸太などの輸入量が減少した分は再資源化原料の利用を増加してゆく以外にない」と考えているが、その収集システムをどのように確立してゆくかは難しい問題が多いと言う。

Aボード工業では既に100%に近い状況で再資源化原料に依存しているが、今後工場の新増設と言う問題になれば、解体材など都市で発生する原料による以外にないとしているが、その収集可能量、収集方法、施設などについては見通しの立てようがないと言う。

わが国における合板の需要量は約1000万 m^3 、これに対してパーティクルボードは150万 m^3 で、もし、合板の供給量が10%減少すれば、これを補うためにはパーティクルボードの供給量は65%以上増加することが必要で、将来熱帯林のラワン材などの供給条件によつては、パーティクルの需要量はなお相当に増加すると考えられるが、現在の円高や木質原料の状況から見ると、国内生産の競争力に関係者は不安を感じており、こうした状況からは、わが国木質ボード工業の海外立地が一層進むことが危惧される。

その一方で、数千万 m^3 におよぶ木質廃棄物が発生し、それらが単に焼却処理されて、二酸化炭素を増加させている現状を考えれば、木質廃棄物のより効果的な再利用を推進することは緊急の必要事項とすることができる。

しかし、再資源化チップを生産する民間処理工場の新增設は、採算的にも立地的にも至難な状況にあり、これらの収集システムは札幌市や横浜市に見られるように、自治体による収集システムの整備が望まれる。

少なくとも、現在既に収集がなされている横浜市などについて、早急に再利用の道が開かれることが期待され、その廃木材のチップ化やボード生産など再利用の分野では、企業活動の経験に富む民間企業の協力態勢が組まれることが必要で、木材関係者はそうした連携の橋渡しに尽力することが望まれよう。

そうした先進事例がモデルとなつて、木質的な廃棄物の再利用が全国的に発展することを切に願つてやまない。

第3章 燃料向けチップの需要拡大対策

1. 燃料向けチップの現状と問題点

1.1 再資源化チップの生産と需要の現況

建築解体工事や物流拠点から発生する木くずを、原料としてチップを生産する工場は、木質ボード工場が中間処理工場として再資源化チップを生産している場合を除いて、全国で80工場余が操業していると考えられ、これらの工場で処理される木くずの量は年間 150～180 万トンと推定されている。

平成4年度にアンケート調査を行った結果では、回答した35工場のうち燃料向けチップを生産する工場が27工場と最も多く、燃料向けのみを生産する工場も11工場に及んでいる。再資源化チップの仕向先用途別の生産状況は表3-1に掲げたとおりで、燃料用が78.1

表3-1 仕向先別・用途別再資源化チップ生産量

単位：トン

仕向先	工業原料	燃料用	その他	合計
パーティクル工場	29,956 21.6	4,212 0.8		34,168 5.3
繊維板工場	3,818 2.7	16,757 3.3		20,575 3.2
パルプ工場	85,264 61.4	92,185 18.0		177,449 27.3
木片セメント板	9,920 7.1	0 0		9,920 1.5
合板工場	960 0.7	38,316 7.5		39,276 6.0
石膏ボード工場	4,000 2.9	170,993 33.5		174,993 26.9
染色工場	0 0	125,300 24.5		125,300 19.3
その他	4,968 3.6	63,125 12.4	4,120 100.0	68,093 10.5
合計	138,886 100.0 (21.2%)	510,888 100.0 (78.1%)	4,120 100.0 (0.6%)	649,774 100.0 (100.0%)

%と圧倒的な比率を占め、再資源化チップの需要は大きく燃料向けに依存している。

1.2 燃料向けチップおよび木くずボイラーの問題点

燃料チップの仕向先は石こうボード工場や染色工場が多く、これらだけで58%に達しているが、これらの木くずボイラー使用工場は、いずれも昭和57から60年頃にかけて、第2次オイルショック後の高い石油燃料の負担を避けて、木くずチップボイラーを設置した工場となっている。

しかし、当時、原油1バーレルは28ドル、円は1ドルが250円で、ボイラー燃料価格は1Kcalで、C重油を1とすると石炭はその半分、木くず燃料チップはそのまた半分で、処理費用を徴収しなくても何とか木くずチップの生産が可能だったが、現在は原油が18ドル、為替は100円を割り込み、円換算の原油価格は約4分の1に低下し、価格的なメリットを完全に喪失し、再資源化チップ工場は処理費を値上げすることで、漸く操業を続けているが、それも限界に近づいている。

「木材工業」Vol.33-3(1978)の「木材工業廃材の燃料としての利用」によれば、重油価格を基準とした再資源化燃料の相当価格は次式で表され、A重油の価格を35,000円/ト、発熱量を10,000 Kcal/Kg、重油ボイラーの効率を83%とした時の廃材の相当価格は表3-2のとおりになる。

$$\text{相当価格} = \text{重油価格} \times \frac{\text{廃材発熱量}}{\text{重油発熱量}} \times \frac{\text{木くずボイラー効率}}{\text{重油ボイラー効率}}$$

表中、組合せ①は合板工場のように生材に一部乾燥材が混入した廃材を煙管式ボイラーで燃焼させる場合、②は同じ廃材を効率の高い水管式大型ボイラーで燃焼させる場合、組合せ③④は家具・フローリング工場などで乾燥材の横切り端材・プレーナくずなどを燃料とし、煙管式ボイラーおよび水管式大型ボイラーで燃焼させた場合について算出している。

現在のA重油価格は20,000円/トとほぼ半分近くになっており、この価格で計算すれば廃材燃料の相当価格は、組合せ①で3,109円 ②で5,035円 ③で4,578円 ④では7,417円と表の50%台の価格となり、運賃を賄うのにもかなり困難な価格になる。

表3-2

廃材燃料の相当価格

設 定 条 件					相 当 価 格		
組 合 せ	燃 料			ボイラ 効 率 %	使用含水率時		全乾時 円/ト
	種類	性 状	発 熱 量 Kcal/Kg		円/ト	円/m ³	
	重油	J 1 S 1種	10,000	83	-	-	-
①	廃材	含水率50%	2,580	50	5,440	3,890	8,170
②	〃	〃		81	8,810	6,300	13,220
③	〃	含水率10%	3,800	50	8,010	4,650	8,810
④	〃	〃		81	12,980	7,530	14,280

(注) 木材工業 Vol 33-3「木材工業廃材の燃料としての利用」(筒本卓造)

こうした状況の中で、木くずボイラーを使用する 294工場に、木くずボイラーと化石燃料ボイラーの優劣を、①燃料の価格 ②供給の安定性 ③貯蔵など供給の容易さ ④燃焼状況の制御 ⑤燃えかすの処理 ⑥公害の有無 ⑦設備の価格 ⑧その他と、それらを総合しての総合評価についてアンケート調査した結果は次の表3-3とおりで、木くずボイラーが化石燃料ボイラーよりも高い評価を受けたのは、視点別の評価では燃料の価格と公害の有無の2項目のみで、他はいずれも化石燃料ボイラーが優れていると評価されている。評価を受けている燃料価格でも維持管理を含むトータルコストではとてもかなわない。

表3-3

燃料によるボイラーの優劣評価

単位 : 件数

業種	燃料の価格			供給の安定性			貯蔵等供給の容易			燃焼状況の制御		
	木屑燃料	化石燃料	無回答	木屑燃料	化石燃料	無回答	木屑燃料	化石燃料	無回答	木屑燃料	化石燃料	無回答
集成	16	0	1	6	8	3	4	10	3	1	12	4
合板	45	0	1	18	25	3	13	32	1	1	42	3
紙パル	5	1	0	1	4	1	0	5	1	0	5	1
親材	27	2	2	16	12	3	13	16	2	3	25	3
石膏ボード・絶	8	3	0	1	10	0	0	11	0	0	11	0
その他	10	0	2	4	5	3	3	6	3	1	7	4
合計	111	6	6	46	64	13	33	80	10	6	102	15

業種	燃えがらの処理			公害の有無			設備の価格			その他		
	木屑燃料	化石燃料	無 回答	木屑燃料	化石燃料	無 回答	木屑燃料	化石燃料	無 回答	木屑燃料	化石燃料	無 回答
集成	0	13	4	7	5	5	1	12	4	1	0	16
合板	2	42	2	26	18	2	8	35	3	4	4	38
紙パルプ	1	4	1	6	0	0	2	3	1	0	0	6
製紙	4	24	3	20	5	6	9	17	5	1	2	28
石膏ボード・雑	0	11	0	5	6	0	1	10	0	0	6	5
その他	1	8	3	6	5	1	3	6	3	0	1	11
合計	8	102	13	70	39	14	24	83	16	6	13	104

業種	総合評価		
	木屑燃料	化石燃料	無 回答
集成	14	3	0
合板	25	19	2
紙パルプ	2	4	0
製紙	21	8	2
石膏ボード・雑	2	9	0
その他	6	5	1
合計	70	48	5

即ち、その他では木くずボイラーは自社で発生する廃棄物の処理ができるという点で評価されたのに対して、化石燃料ボイラーでは日常の管理、人員配置、作業環境、メンテナンス費用など維持管理面で評価がされており、燃焼状況の制御や設備の価格、貯蔵等供給の容易さなどの要素と併せて、ボイラーの運転に要する人件費・メンテナンス費用などを含めたトータルコストでは、化石燃料に全く太刀打ちできなくなる。

燃焼状況の制御に次いで燃えかすの処理でも、木くずボイラーの評価は著しく低く、前述の採算上の問題と併せて、燃えがらの処理が木くずボイラーにとつてもう一つの大きな問題点と言える。

各項目別の評価では、圧倒的に化石燃料ボイラーの評価が高いにも係わらず、総合評価では木くずボイラーが高い評価を得ているが、木くずボイラーと回答した企業の大多数が木材加工に関係する企業で、自社工場内で発生する木質廃棄物の処理と併せて熱源が得られることから、多くの回答には「当社の場合」「木くず処理の必要があるので」などの注が付されている。

このように木くずボイラーが自社で発生する木質廃棄物処理のためのものであれば、木材加工と関係のない石こうボード・染色では化石燃料ボイラーの評価が高いのは当然で、木くずが発生する木材加工業の中でも、木くず発生量に比較して燃料消費量が多い合板工場や紙パルプでは、化石燃料ボイラーの評価がかなり高くなっている。（その他でも木くずボイラーの総合評価がかなり高くなっているが、これは住宅部材加工など木くずが発生する企業が多く含まれていることによる）

こうした状況を反映して、今後ボイラーの更新時期がきた時はどのようなボイラーを選択するか、その考えを聞いた結果は次頁の表3-4のとおりで、木材加工関係は今後とも木くずボイラーを選択する考えが多いが、石こうボード・染色では圧倒的に化石燃料を選択するとの回答が多い。木くずボイラーの経済的採算性の回復、燃えがらの処理の問題を解決しない限り、木くずボイラーは廃材が発生する木材加工業関係のみで使用される存在となり、将来、燃料チップの需要が大巾に減少する、危機的な事態の陥る可能性を示唆している。

表3-4 今後のボイラーの選択

単位：回答件数

区分	集成材	合板	紙パルプ	家具木工	石膏・染色	その他	合計
ガス	0	3	0	6	6	2	17
石油	4	8	2	0	3	1	18
石炭	0	0	2	0	0	0	2
木くず	13	36	2	28	2	9	90

1.3 関連する廃棄物処理の動向

札幌市環境事業公社では、受け入れた解体材などを利用して、木くず：4 紙：5 プラスチック：1の割合で、2万5千トンにも及ぶ固形燃料（RDF=Refuse Derived Fuel）の生産を行って、市の熱供給公社などに供給している。

このようなゴミの固形燃料化は既にいくつかの自治体で実施に移されており、家庭から排出されるゴミを含めて、このゴミを固形燃料化する技術は、ゴミの減量化と再利用を兼ねた有効な処理方法として注目されて、普及のためのセミナーなども行われている。

現在のRDFの利用はその殆どが地域の熱供給などに使用され、公共的に利用されているが、今後その利用をさらに拡大するためには、民間企業の利用が欠かせない問題で、札幌では一部が製紙会社のボイラ燃料として利用されている。上記セミナーの講師は発電の他、セメントや石灰の製造（焼成）などでの利用を期待している。しかし、これらの利用も木くず燃料や廃タイヤなどの燃料利用と競合する関係にあり、発電での利用を除けば化石燃料に代わるものではないし、発電は現在の電気事業法の中では種々の規制があり、採算の確保には多くの困難がある。

その上、現在、木くずボイラで再資源化燃料チップを燃やしている或る工場に、RDFの利用が勧められているが、この工場では燃料の転換をする考えはない。その主要な理由は、前節で述べた燃えがらの発生と見られ、木くずボイラーの経験からすれば、RDFの普及の上でも燃えがらの処理が問題となることが予想される。

また、固形燃料化の検討の多くは木くずの処理ではなく、家庭から排出されるゴミや紙などの処理を主たる対象として検討されており、木くず再利用の促進が期待される状況にはない。

オイルショック後、木くずチップは石油に代わる代替燃料としての役割を果たしたが、そうした意味での代替エネルギーの研究は、現在では原子力やソーラーエネルギーになっており、代替エネルギーとして木くずについて積極的な研究を進めている機関は見られない。

厚生省は廃棄物の有効な処理方法としてゴミ発電やRDFの研究を進め、通産省は代替エネルギーの観点から原子力やソーラエネルギーの開発を促進し、建築廃材は建設省でその処理の適正・円滑化を検討し、木くずは林野庁が対策を考えると、行政官庁の守備範囲に基づく対策の進め方は、それぞれの分野でのそれなりの対策は考えられるのであろうが、それらが市場経済の中での経済効率のみで判断されれば、多くの再資源化原料が質・価格の両面でバージン原料にかなわない現在、再利用の促進は掛け声だけの対策にとどまらざるを得ない。

われわれの個人生活、産業活動を通じて、その自然環境に与えるインパクトが最も少ない、エネルギー消費の方法は如何にあるべきか、こうした全体を見渡しての問題解決こそ、今最も求められているものではなかろうか。

2 燃料向けチップの需要拡大対策

2.1 燃えがら処理対策

燃えがらの処理についての評価では、木くず燃料が優れているとの評価は僅かに8件で102件と圧倒的多数が化石燃料の優位を認めており、木くずボイラーの評価はすこぶる悪い。

木くずと同様に燃えがらが発生する石炭の燃えがらは、セメント焼成や骨材として利用されるために処理が容易だが、木くずの燃えがらの処理には次の事例のように多額の費用を必要としている。

木くずを燃やした場合に発生する灰の量は、工場残材などの場合には普通 0.2~0.3 %程度だが、再資源化チップの場合には異物などが含まれるために発生量が多く、或る工場では、2段篩をかけてゴミをとり除いた再資源化チップを使用して、灰の発生を抑制しているが、それでもなお3日で約 500トンの燃料チップを燃やすと10トン (20m³) の灰が発生する。2段篩をかけない時には灰の量はさらに2倍位にもなる。

安定型廃棄物とされる廃プラスチック、コムくず、金属くず、ガラス陶磁器くず、建設廃材の安定5品目に含まれない燃えがらは、廃掃法の規定により管理型最終処分場に埋め立てしなければならない。燃えがらを管理型の廃棄物処理場に持ち込むと、1 m³あたりで18,000円程度の処理費用が必要で、3日間で36万円、1ヶ月では 360万円もの高額な灰の処理費用がかかり、燃えがらの処理は木くずボイラーの経済性をさらに悪化させる。

近年、プラズマ融合による熔融技術が進み、ガラス状の無害化された硬質性を生かして、路盤材・建材などへのリサイクルが図られているが、なおコストが高く、採算的には利用し難い。そうした中で、最近燃えがらに鉛・クロムなどの重金属が検出されるケースが増加しており、これらの含有量いかんでは管理型の廃棄物処理場での埋め立ても出来なくなり、燃えがらの処理を一層難しくする可能性さえ潜在している。

かつて木灰は畑にも施用され、クリーンなものと考えられいきたが、現在の木くずの燃えがらはこのような多くの問題を抱えている。この燃えがらの問題はRDFを含む固形燃料の問題でもあり、木質廃棄物再利用の促進のためには、是非ともより容易に処理できる

方策を確立しなければならない。

2.2 木くずボイラ使用への助成

条例で解体材を受け入れている札幌市や横浜市には、多くの解体材が搬入されているが、処理施設の能力調整するために、横浜市は1日4トン以内、月間4トン車20台以下と数量制限で規制しているのに対して、札幌市は選別された解体材はトン当たり4,500円、混合した解体材は7,000円/トンと、民間処理業者の受入価格よりも高くすることによつて搬入される量や質を調節しており、解体材を主体とする産業廃棄物の木材は、一般に最も処理費用の安い処理業者の所に運搬されている。

この点から、解体材などの木質廃棄物の収集を促進するには、搬入される廃材の処理費用を安くすれば良い。しかし、処理には一定のコストがかかり、処理業者が燃料チップの販売価格との間で採算をとるためには、相当の処理費用を徴収しなければならない。この処理費用に補助を行えば、処理費用はそれだけ下げられる訳だが、それは処理業者の処理能力と解体材の発生量による。

解体業者の解体工事費に補助を行い、できるだけよく分別して丁寧な解体を行い、再利用し易い状況で搬入されるようにすれば再利用が促進されるが、補助をただけ解体費がたたかれる可能性もない訳ではない。

しかし、違法な野焼きが後をたたず、解体材発生量の10数%が再資源化されるに過ぎない現状では、適正な解体作業を行い、適正なリサイクルの促進をはかる立場から、解体材などが再資源化チップ工場に受入られたものに対して、公庫融資の割増などの助成措置が考慮されれば、回収システムの確立に意味があるものと考えられる。

自社で木くずが発生する企業以外では、木くずボイラーを使用するメリットは既に全く喪失しており、こうした事業所に木くずボイラー使用の継続を求めようとすれば、それに見合う特典を付与することも必要になる。

木くずボイラーの設置に対しては、オイルショック当時制定された省エネ対策としての

特別償却制度が現在も残されている。しかし、問題はこの程度のことではなく、経済効率性のみで化石燃料との競争力を評価すれば、木くず燃料代が実質的にゼロになる程大幅な助成策が必要と言われ、抜本的な検討が求められる。

3.3 カスケード利用の観点から

製材→集成材・削片板利用→燃料と言ったカスケード型利用が容易なことが、木材のリサイクルでの特徴とされ、できるだけ多段階での利用が望まれる。そうした意味では燃料向けチップとしての利用は、このカスケード型利用の最終段階であり、そのより多くがより前の段階で利用されることが期待される。

木質廃棄物再資源化技術開発事業の「発生・再利用実態調査」では、将来における再資源化原料の使用比率の見通しについての質問に対して、木質ボード関係では総てのボードで今後の使用比率を高めてゆく考えが示されており、今後の需要拡大において最も期待が持たれる分野と言える。

これに対して、燃料向けチップの利用は前述したように、低価格での安定が続く化石燃料に対する競争力の上で、大きなハンディキャップを負っており、需要拡大の促進には種々の障害が多い分野となっており、カスケード型利用・再利用の将来性の両面から見て、木質ボード原料としての利用の促進がまず図られるべき問題と考えられる。

木質廃棄物再利用と言う全体を見渡しての、総合的な判断・対策が検討されるべきであろう。

第4章 木炭の土壌改良資材および調湿材としての特性と需要拡大について

1 農耕・樹園地における土壌改良と木炭

農耕地や樹園地土壌の生産性を向上するために古くから土壌改良が進められてきた。昭和年代の農耕地は主として酸性土壌の改良に重点を置き、耕土培養法によって使用する石灰質肥料が定められてきた。その後、さらに積極的な地力増進を進め、各種作物毎に土壌改良目標を定めた“地力増進法”が施行された。

1.1 耕地培養法と土壌改良

昭和27年に施行された耕土培養法は、農産物の生産増進と農業経営の安定を図ることを目的としている。この法律の施行によって、耕土培養計画が立案され、培養計画の効果を確保するため、化学肥料や資材を供給する場合には、資金の融通または必要な奨励措置を講ずることが定められている。

耕土培養法による土壌改良は、全国土に分布する酸性土壌の改良に重点が置かれていた。土壌改良は化学的性質の改良のみに係わらず、土壌物理的性質の改良も進められてきた。さらに、土壌の活性を高めるために有用土壌微生物相の改良も図られてきた。

土壌改良は土壌の化学性、土壌の物理性、土壌の生物性に相互に関連し、さらに地域的土壌環境条件によって、それぞれ異なった改良計画が立案されてきた。この中で、土壌改良資材に求められているものは、土壌物理的性質として透水性、通気性を改良することによって、次第に保水性を増大することであった。また、土壌の化学的性質としては、物理的性質の改良によって、地力としての土壌の天然供給力を増大し、肥料の効率的な利用法—肥料の吸収率の向上—が期待されてきた。そして、土壌中の養分供給力の増強には有用微生物の働きの大きい点が指摘されてきた。

昭和59年には耕土培養法よりさらに、作目別土壌改良を目標とした“地力増進法”が施行されてきた。

1.2 地力増進法と作目別地力増進目標

地力増進法は昭和59年法律34号として成立し、これまで実施してきた酸性土壌及び火山灰土壌の改良対策としての耕土培養法は廃止された。これに伴い、農耕地土壌の地力対策については、新制度のもとで実施する新しい時代に入った。

地力増進法はつぎの3部から構成されている。即ち、①国が「地力増進基本指針」を策定し、都道府県知事は②「地力増進地域」を指定し、そして、その対策指針に基づいた土壌改良が行われ、③土壌改良資材には「品質の表示した土壌改良資材」を施用することとされている。法律の概要は次のとおりである。

(1) 地力増進法基本指針（法3条）

本法では農林水産大臣が営農の中で行う土壌管理については、基本的な技術指針を地力増進基本指針として定め、これを公表することとしている。基本指針では土壌の理化学的改善目標を示し、その目標を達成するための営農技術体系を示すこととしている。

(2) 地力増進地域制度（法4～10条）

農水省の実施してきた地力保全基本調査等の既存資料を参考にし、土壌調査より得られた不良土壌の分布していることが確認された地域で、一定以上の面積を有する地域を、地力増進地域として指定することとした。全国的には120万ha前後の面積となる。

この地域の地力増進指針は、①指定された地力増進地域内の土壌の諸性質を解明し、②地域内の土壌理化学性の改善目標を立案し、③改善目標を達成するための営農技術体系を提示することとしたものである。

表4-1 普通畑土壌の基本的な改善目標

土壌の性質		土 壌 の 種 類		
		褐色森林土, 褐色低地土, 黄色土, 灰色低地土, 灰色台地土, 泥炭土, 暗赤色土, 赤色土, グライ土	黒ボク土, 多湿黒ボク土	岩屑土, 砂丘未熟土
作 度 の 厚 さ		25cm以上		
主 要 根 群 域 の 最 大 ち 密 度		山中式硬度で22mm以下		
主 要 根 群 域 の 粗 孔 隙 量		粗孔隙の容量で10%以上		
主 要 根 群 域 の 易 有 効 水 分 保 持 能		20mm/40cm以上		
pH		6.0～6.5（石灰質土壌では6.0～8.0）		
陽イオン交換容量 (CEC)		乾土100g当たり12meq以上 (ただし, 中粗粒質の土壌では8 meq以上)	乾土100g当たり 15meq以上	乾土100g当たり 10meq以上
塩 基 状 態	塩基飽和度	カルシウム, マグネシウム及びカリウムイオンが陽イオン交換容量の70～90%を飽和すること。	同左イオンが陽イオン交換容量の60～90%を飽和すること。	同左イオンが陽イオン交換容量の70～90%を飽和すること。
	塩基組成	カルシウム, マグネシウム及びカリウム含有量の当量比が(65～75) : (20～25) : (2～10) であること。		
有効態りん酸含有量		乾土100g当たり P ₂ O ₅ として10mg以上		
可給態窒素含有量		乾土100g当たり N として5 mg以上		
腐 植 含 有 量		乾土100g当たり3 g以上	—	乾土100g当たり 2 g以上
電 気 伝 導 率		0.2mS (ミリジーメンズ) 以下		0.1mS以下

(3) 地力増進資材の表示制度（法11～25条）

本法では土壤改良資材を次のように定義している。「植物の栽培に資するため、土壤の性質に変化をもたらすことを目的として、土地に施されたもの」を土壤改良資材としている。従って土壤改良材や土壤改良剤の呼称は、一般用語としては石灰、りん酸質肥料（よりん）けい酸質肥料等を含む資材の総称として利用される場合もあったが、今回の法制定にともない、肥料の大部分がこの定義から除外されることになった。

次に土壤改良資材の表示規制を受けることになったのは、①消費者による良否の識別が困難であり、②表示による識別が地力増進上特に必要と認められる土壤改良資材については、以下のような表示をすることが義務づけられている。

表示基準は①名称 ②表示者の氏名・住所 ③原料 ④用途（主たる効果） ⑤施用方法の各項目について表示すべき事項を定めている。

1.3 地力増進法と地力増進資材の政令指定

土壤改良資材の品質表示制度は、その外観だけでは明確に判断できないことから、営農者が目的に応じて相応しい資材を選び、的確に使用できる設けられた制度である。現在まで政令で定められた資材は表4-2に掲げた11品目である。

表4-2 政令で定められた土壤改良資材

資 材 の 種 類	用 途 （主たる効果）
1. 泥 炭	土壤の膨軟化、土壤の保水性の改善
2. バーク堆肥	土壤の膨軟化
3. 腐植酸質資材	土壤の保肥力の改善
4. 木 炭	土壤の透水性の改善
5. けいそう土焼成粒	土壤の透水性の改善
6. ゼオライト	土壤の保肥力の改善
7. バーミキュライト	土壤の透水性の改善
8. パーライト	土壤の保水性の改善
9. ベントナイト	水田の漏水防止
10. ポリエチレンイミン系資材	土壤の団粒形成促進
11. ポリビニルアルコール系資材	土壤の団粒形成促進

木炭の土壤改良資材としての主たる効果は「土壤の透水性の改善」として政令指定されている。バーミキュライトやけいそう土焼成粒についても木炭と同じように土壤の透水性の改善が主たる効果として表示され、これらの3資材については、施用上の注意事項として「この土壤改良資材は地表面に露出すると、風雨により流失することがありますので充分注意して下さい」と表示することになっている。

この他、表示事項も全く共通しており、一般表示事項、原料、単位容積質量、用途（主たる効果）、施用方法等である。

これらの土壤改良資材については、農水省では昭和60年度から、「土壤改良資材適正表示推進事業」を実施し、資材の品質を科学的に評価する手法、検定方法、分析方法等についての検討を進め、検定法の確立を目指してきた。

木炭については、昭和60年に黒炭、白炭、もみがら炭、について、保水性の改善、透水性の改善、容積比重の改善についての検討を進めてきた。昭和61年度には、もみがら炭、樹皮炭、おがくず炭の3種類を資材として灰色低地土壤（細粒質土壤）に、5%、20%混合し透水性、保水性の改善効果を測定した。この他、黒炭、白炭については、粒径別透水性改善効果も測定し、透水性改善効果の大きい点が確認されている。

2 各種土壤改良資材の利用状況

先に説明したように政令指定土壤改良資材は11種類になっている。これらの資材は「土づくり」の気運の高まりとともに生産量も増加傾向にあると言われている。

しかし、土壤改良資材の種類も多くなる中で、例えば土壤微生物改良資材については、その検定方法も確立されていない状況にあり、こうした問題の整備が望まれる一方、今後、微生物資材の検定方法などが明らかになるにともない、用途（主たる効果）がより明確化され、指定資材の増加や利用の活発化も期待される。

2.1 政令指定資材の利用状況

農水省農蚕園芸局農産課のまとめた「政令指定土壤改良資材供給量（生産量及び輸入量）」によると表4-3のとおりで、平成元年以来土壤改良資材供給量は着実に増加してきたが、平成5年度では前年度に比べ減少する結果となった。

この中で生産量が前年度より多いのは、木炭とバーミキュライトの2資材であり、木炭の場合には前年度比 129.5%を、バーミキュライトの場合には前年度比 123.4%を示し、

大きく前年度を上回る生産量であった。平成元年度に比べると 2~3 倍量の伸びを示し、普効果の大きい点が指摘されている。

表4-3 政令指定土壌改良資材供給量の推移

単位 : トン

種 類	平成元年	平成2年	平成3年	平成4年	平成元5
泥 炭	68,865	74,957	85,103	97,081	61,213
腐植酸質資材	21,271	21,377	21,927	23,486	22,731
木 炭	5,045	7,930	8,276	9,345	12,101
ゼオライト	62,456	63,085	66,628	68,260	60,320
バーミキュライト	4,798	6,420	11,585	13,255	16,359
パーライト	22,797	22,255	17,195	14,977	12,822
ベントナイト	2,650	2,223	2,217	2,084	2,177
和IFLイミン系資材	104	105	151	159	160
和ビニルアルコール系資材	195	22	22	16	14
合 計	181,181	198,374	213,104	228,663	187,897

(注) 農水省農産課調べ

参考までに各種資材の原料の概要を記載すると次のとおりである。

- ① 泥炭：湖沼などに成育する水生植物の遺体
- ② 腐植酸質資材：石灰または亜炭を硝酸または硫酸で分解し、カルシウム化合物またはマグネシウム化合物で中和したもの
- ③ 木炭：木材、ヤシガラ等を炭化したもの
- ④ ゼオライト：凝灰岩の粉末
- ⑤ バーミキュライト：雲母系鉱物を焼成したもの
- ⑥ パーライト：真珠岩等を焼成したもの
- ⑦ ベントナイト：ガラス質凝灰岩が温泉作用や風化作用を受けて生成した粘土鉱物
- ⑧ 和IFLイミン系資材：高分子のマグネシウム塩とポリエチレンイミンの複合体
- ⑨ 和ビニルアルコール系資材：ポリ酢酸ビニルの一部をけん化したもの

2.2 木炭を含む土壌改良資材の利用状況

土壌の透水性の改善は土壌の透水性を改善する効果のみでなく、通気性の改善効果も促

進される。この他、木炭の場合には僅かながら保水性の増加する傾向が実験的に認められている。このように土壌の透水性の改善は土壌の物理的性質の改良が進行し、次第に土壌の化学的性質の改良へと波及する効果も見逃すことのできない改良効果である。

農水省農産課では「土壌改良資材適正表示推進事業」を進める中で、県別に営農家、農協、商社等にアンケート調査を実施し、地力増進法の周知度に関する調査を行ってきた。

(1) 昭和62年度の調査

土壌改良資材適正表示推進事業報告書（財団法人 日本土壌協会）によると、昭和62年度は青森、長野、滋賀、鳥取、鹿児島県の5県 1,555名から回答が得られ、地力増進法の周知度は表4-4のとおり、地力増進法を知っていた人は全体の30.5%に過ぎなかった。

表4-4 地力増進法の周知度

	知っていた	はじめて知った	未記入	合計
実数	474	1,072	9	1,555
割合%	30.5%	68.9%	0.6%	100.0%

(注) 調査対象は青森 231 長野 352 滋賀 200 鳥取 164 鹿児島 608 計 1,555名
日本土壌協会 1988年

次に土壌改良資材を使用したと答えた 606人について、使用した土壌改良材の種類をまとめると表4-5のように示された。改良資材の中では腐植酸質資材の利用割合が最も多く26%を占め、木炭は16%であった。土壌透水性の改善資材としては木炭のほかバーミキュライトがあり、11%の利用割合を示している。土壌透水性改良資材2種類を合わせると27%の利用割合となり、腐植酸質資材と同程度の割合で利用されている。このことは営農家が土壌改良として、有機質材の利用のみならず土壌透水性の改善を重視しているものと考察される。

(2) 平成5年度の調査結果

平成5年度は、山形、山梨、愛媛、佐賀県での調査が実施された。地力増進法の周知度についての4県 1,028名の回答は表4-6に掲げるとおりで、法律を知っていた人は 283名、全体の28.5%であった。昭和62年度調査の周知度30.5%に比べ低い結果となったが、これは地域差として考えるべきであろう。さらに、地力増進方指定地域についての周知度は 395営農家に対し 116名が知っており、これも29%に過ぎず、地力増進方の周知徹底の必要性が指摘される。

表4-5

使用した土壌改良資材の種類（昭和62年度調査）

単位：農家数

種 類	青 森 県	長 野 県	滋 賀 県	鳥 取 県	鹿 児 島 県	合 計
泥 炭	5	25	30	15	4	79 (12)
腐植酸質資材	11	74	37	31	23	176 (26)
木 炭	57	20	2	6	23	108 (16)
ゼオライト	6	10	5	4	8	33 (5)
パーミキュライト	4	37	16	1	19	77 (11)
パーライト	-	40	45	1	25	111 (17)
ベントナイト	5	66	1	4	2	78 (12)
シリカ系資材	-	2	1	-	3	6 (0.5)
シリカ系資材	-	2	-	-	2	4 (0.5)
指定資材計	88	276	137	62	109	672 (100)
そ の 他	17	23	13	50	19	122 -
合 計	105	299	150	112	128	794 -

(注) 合計欄の括弧内は資材種類別構成比率% (日本土壌協会 1988)

表4-6

平成5年調査での地力増進法の周知度

単位：農家数

区 分	山 形 県	山 梨 県	愛 媛 県	佐 賀 県	合 計
知っていた	45 (25)	76 (10)	87 (54)	75 (28)	283 (116)
初めて知る	65 (40)	231 (51)	293 (119)	154 (68)	743 (278)
小 計	110 (64)	307 (61)	380 (173)	229 (96)	1026 (394)
無 記 入	0 (0)	1 (1)	0 (0)	1 (0)	2 (1)
合 計	110 (64)	308 (62)	380 (173)	230 (96)	1028 (395)

(注) 括弧内は指定地域。(日本土壌協会 1994年)

使用した土壌改良資材の種類についても、昭和62年度と同様な調査を実施した。使用した土壌改良資材は表4-7に示すとおりで、指定資材は607件、そのうち163件27%が腐植酸質資材で62年度調査と同様に最も使用比率が高かった。木炭の使用件数は116件、19%を示し、62年度調査に比して増加傾向と見てよい。パーミキュライトの12%と併せて

、土壌透水性改良資材2種類の利用比率は31%を示し、62年度調査を上回る結果を示した。地域差はあっても不思議はないが、土壌改良方法には大きな違いのない結果を表したものと考えられる。

表4-7 使用した土壌改良資材の種類（平成5年度調査）

単位：農家数

種類	山形県	山梨県	愛媛県	佐賀県	合計
泥炭	1	20	49	12	82 (14)
腐植酸質資材	15	30	82	36	163 (27)
木炭	6	35	37	38	116 (19)
ゼオライト	1	24	10	24	59 (10)
バーミキュライト	7	22	21	27	77 (12)
パーライト	3	43	15	14	75 (12)
ベントナイト	11	1	9	8	29 (5)
矽イソイミン系資材	0	0	5	1	6 (1)
矽ビニルアルコール系資材	0	0	0	0	0 (0)
指定資材計	44	175	228	160	607 (100)
その他	1	62	75	13	151 (20)
合計	45	237	303	173	758 (100)
使った実農家数	42	146	201	117	506 -
調査農家数	110	308	380	230	1028 -

（注）合計欄の括弧内は資材種類別構成比率%（日本土壌協会 1994）

(3) 木炭生産量と土壌改良利用の推移

木炭の国内生産量、及び輸入量の推移は表4-8のとおりで、平成元年以降、国内生産量はほぼ安定しているが、粉炭（木炭粉または粉碎した木炭、およびオガ屑等を炭化したもので粒径30mm以下のものを言う）と、木炭輸入量の増加によって木炭の供給量は増加傾向が続いている。

粉炭の生産量が増加しているのは、燃料や活性炭・工業用などこれまでの木炭の利用とは異なる、土壌改良用など木炭の新用途での需要が増加しているためで、木炭の用途別消費量の推移を見ると表4-9のとおりで、消費量が増加しているのは家庭業務用のほかは

土壌改良用その他の新用途のみで、平成元年から5年の間の土壌改良用その他の伸び率は2.6倍と高い伸びを示している。このように需要が拡大している木炭の新用途としては、土壌改良用のほか調湿用木炭（家屋床下、室内などの調湿用として供される木炭）水処理用木炭（汚水処理や水質処理用木炭をいう）脱臭・消臭用木炭、鮮度保持用木炭（野菜・花きなどの鮮度保持用）飼料用木炭（家畜・魚類などの飼料・餌料用）など種々の用途があり、木炭の利用が幅広く拡大している状況を表しており、今後さらに新たな利用開発の進展が期待される。

表4-8 木炭供給量の推移

単位：トン

年 度	国 内 生 産 量				輸 入 量		木炭供給量
	木 炭	オガ炭	粉 炭	小 計	木 炭	竹炭	
平成元年	36,284	15,175	19,742	71,201	19,619	60,540	151,360
2年	35,399	21,087	26,739	83,225	19,905	56,050	159,180
3年	34,666	14,971	31,922	81,559	24,625	52,655	158,839
4年	36,469	13,701	35,150	85,320	35,759	52,446	173,525
5年	34,729	9,674	37,933	82,336	43,858	49,724	175,918

（注）全国燃料協会調べ

表4-9 木炭の用途別消費量の推移

単位：トン

年 度	家庭業務用	工 業 用	練炭豆炭用	活性炭用	土壌改良・その他	消費量合計
平成元年	51,389	10,100	13,031	60,540	16,300	151,360
2年	53,622	10,087	11,713	56,050	27,708	159,180
平成3年	59,929	8,159	10,500	46,693	33,558	158,839
4年	70,372	9,556	9,660	47,000	36,894	173,482
5年	73,178	10,148	9,206	41,000	42,319	175,851

（注）全国燃料協会調べ

全国燃料協会が会員へのアンケートにより調査した、新用途木炭販売量の推移は表4-10のとおりで、悉皆調査でないため販売総量の推移を論ずることはできないが、平成2年は回答があった31社で20,031トン、1社あたりの平均販売量は646トンを示したのが、平成3年は28社で31,063トンで1社平均1,109トン、同4年は32社で47,351トンで1社平均

は 1480 トンに拡大し、平成4年には平成2年の 2.3倍となり、1社当りの平均販売量は年々大幅に増加している。

表4-10 新用途木炭の販売量の推移（平成2年～4年）

単位 ; トン

年次	北海道		関東甲信越		東海北陸		近畿		中国四国		九州		合計	
	販売量	%	販売量	%	販売量	%	販売量	%	販売量	%	販売量	%	販売量	%
平成2年	7	4770 681	7	4594 656	5	4953 991	6	3944 657	4	1450 363	2	320 160	31	20,031 646
3年	5	1636 327	7	14040 2005	5	7135 1427	5	6432 1286	3	1070 357	3	750 250	28	31,063 1,109
4年	5	1116 233	8	19545 2443	2	3006 1503	8	15161 1895	5	4244 849	4	4229 1057	32	47,351 1,480

(注) 全国燃料協会調べ

この新用途木炭の販売量を用途別に見ると、平成2年および4年は表4-11および表4-12に示すとおりである。

この調査で農業用に使用されたのは平成2年で 7,171トンだが、農水省農産課調査の政令指定土壌改良資材の供給量は、表4-3に記したように 7,930ト円で約 800トンの差が見られるが、表4-11の「その他」 2,530トンの中には、林業用・園芸用に使用された土壌改良資材が含まれ、これを含めれば農水省の調査結果とほぼ一致するものと見られる。しかし、平成4年の燃料協会調べでは農業用が26,220トンに対して、農水省調査は 9,345トント大きな差が見られ、政令指定外木炭の利用増加など今後の検討を要する問題であろう。

また、後に述べる調湿用木炭の販売量は平成2年度に比べて8倍の伸びを示している他、環境保全の立場からの小河川の浄化用、水処理用や鮮度保持など、その他の新用途の利用も3倍を越える大きな伸びを見せている。

表4-11 新用途木炭の用途別販売量（平成2年）

(単位：トン)

地区 用途	北海道・東北		関東甲信越		東海・北陸		近畿		中国・四国		九州		合計	
	販売量	%	販売量	%	販売量	%	販売量	%	販売量	%	販売量	%	販売量	%
農 業 用	1,771	37	2,301	50	354	7	2,095	53	360	25	290	91	7,171	36
ゴルフ場用	1,393	29	1,788	39	3,835	77	1,478	38	80	5			8,574	43
調 湿 用	7	0	175	4	125	3	43	1	80	5	6	2	436	2
畜 産 用	1,169	25	80	2	4	0	43	1			24	7	1,320	6
そ の 他	430	9	250	5	635	13	285	7	930	65			2,530	13
合 計	4,770	100	4,594	100	4,953	100	3,944	100	1,450	100	320	100	20,031	100

表4-12

新用途木炭の用途別販売量（平成4年）

(単位：トン)

地区 用途	北海道・東北		関東甲信越		東海・北陸		近畿		中国・四国		九州		合計	
	販売量	%	販売量	%	販売量	%	販売量	%	販売量	%	販売量	%	販売量	%
農業用	900	77	14,405	74	1,308	44	6,095	40	679	16	2,833	67	26,220	56
ゴルフ場用	147	13	1,564	8	1,383	46	4,003	26					7,097	15
潤湿用	39	3	488	2	300	10	0	0	1,587	37	1,057	25	3,471	7
畜産用	28	2	782	4	15	0	1,152	8			34	1	2,011	4
緑化用	23	2					30	0					53	0
園芸用							318	2					318	1
その他	29	3	2,306	12			3,563	24	1,978	47	305	7	8,181	17
合計	1,166	100	19,545	100	3,006	100	15,161	100	4,244	100	4,229	100	47,351	100

農業用利用を除いた木炭の販売量はゴルフ場が最も多く、肥料や薬剤の散布を減らしても、芝の健全な成長を促進されるよう土壌改良用に使用されているほか、ゴルフ場内の農薬散布による排水への影響から、木炭の吸着性を利用した水質浄化用の利用など、環境保全用に関連した木炭の利用増も期待される。

3 期待される木炭の土壌改良効果

3.1 木炭の土壌透水性改善効果

土壌改良資材としての木炭は、土壌の透水性、保水性や土壌環境改善効果が大きいといわれてきた。しかし、土壌改善効果に対する具体的な実験データが乏しく、また、土壌改良効果が普遍的に現れものかについては疑問視する面もあった。

このような社会情勢を背景に、農水省農蚕園芸局農産課では、「土壌改良資材適正表示推進委員会」に計り、木炭の土壌改良改善効果を検討してきた。

木炭については古くから“もみがら炭”が水田（苗代）で利用されていた。今回検討された木炭は、もみがら炭を対象として黒炭・白炭について、土壌の透水性、保水性、容積比重の改善についての試験が実施され、試験結果ならびに検討結果は表4-13に示した。

(1) 各種木炭の物理性改良効果の検討－黒炭・白炭の土壌透水性改良効果－

試験方法：日本土壌協会において黒炭、白炭、もみがら炭を供試材料として、木炭の粒

表4-13

木炭の保水性・透水性・容積比重改善率等の試験結果

区 分	黒 炭		白 炭		もみがら炭 現 物
	1~2mm	< 0.2mm	1~2mm	< 0.2mm	
水 分 %	5.45	6.80	7.44	7.44	2.65
真 比 重	1.55	—	1.65	—	1.71
容積比重(仮比重)	0.364	0.462	0.416	0.565	0.133
最 大 容 水 量	156	147	136	131	562
最 大 容 水 量	150	145	123	122	490
PF 1.5における保水量	69.4	132	60.5	110	100
PF 1.5における粗孔隙	29.3	6.0	25.8	6.8	51.9
易有効水分量 PF 1.5~2.7における水量	5.7	58.1	7.6	39.4	12.0
保水性改善率	14.6	—	4.9	—	—
透水性改善率	88.9	—	4.9	—	—
容積比重改善率	8.9	—	8.5	—	—
陽イオン交換容量	4.5	—	2.6	—	—

(日本土壌協会 1986)

径1~2 mm、<0.2 mmについての保水性、透水性、容積比重改良効果を測定した。使用土壌は灰色低地土(埴質壤土)=鴻巣水田土壌=で、木炭の混合割合は容積割合5%とした

土壌改良効果：透水性改善率は黒炭では88.9%（木炭無添加と比較）に達したが、白炭では僅かに4.9%に過ぎなかった。この他、保水性改善率、容積比重の改善率を測定したが、その効果は僅かであった。この試験結果から、さらに木炭の種類や土壌改良資材としての木炭の粒度に対する検討の必要性が指摘された。

(2) 各種木炭と他の資材との透水性比較試験

試験方法：7)の試験結果から黒炭として樹皮炭、おがくず炭、もみがら炭について、透水性改善効果の大きいパーライト、バーミキュライトとの透水性改善効果についての比較試験を実施した。供試土壌は灰色低地土(埴質壤土)で、混合割合は容積比5%、20%区を設定し透水性改善効果を検討した。試験結果は表4-14に示した。

試験結果：20%混合区では、おがくず炭を除いて透水性改善率が大きく、パーライトやバーミキュライトに比べて明らかに大きい透水性改善効果を示した。また、5%混合区で

は改善率はパーライト・バーミキュライト20%混合区と同程度の改善率を示した。従って木炭の透水性改善効果の大きいことが明確になった。

表4-14 透水性改善資材の透水性改善効果の比較

供試資材 実施機関	パーライト	バーミキュライト	もみがら炭		樹皮炭(楡)		おがくず炭		供試土壌		
	20%	20%	5%	20%	5%	20%	5%	20%	1	2	
A	全平均 N=4	3.36	3.99	4.98	11.44	3.82	7.96	4.41	4.03		2.30
	Sx	1.562	1.447	0.874	9.949	2.510	6.532	2.512	1.911		0.966
	CV %	46.41	36.28	17.57	87.01	65.62	82.11	56.98	47.43		42.04
	改善率 %	49	72	118	381	63	235	88	77		
B	全平均 N=4	3.48	2.95	2.10	7.10	1.90	3.00	1.50	1.25	1.50	1.20
	Sx	0.096	0.1	0.346	1.117	0.316	0.2	0.216	0.173	0.082	0.08
	CV %	2.76	3.39	16.5	1.57	16.64	6.66	14.40	13.86	5.44	6.80
	改善率 %	132	97	40	373	58	150	0	-17		

(1987、日本土壌協会)
 例 Aは供試土壌2を使用。
 Bは供試土壌1を使用。但し、樹皮炭(楡)は2を使用。

(3) おがくず炭の粒度と透水性について

(2)の試験においておがくず炭の透水性改善効果が認められなかった。このため供試品の粒度 5mm以下の微粉末による影響を考慮し、粒度試験を実施した。

試験方法：おがくず炭の粒度<1mm、1~2mm、2mm<の3種類とし、灰色低地土(埴質壤土)との混合割合を容積比 5%、20%とした。

試験結果：土壌透水性改良効果は表4-15に見るように木炭20%混合土壌で認められ、改善率は 160~193 %であった。木炭の粒度は 1mm以上2mm以下が最適粒度として認められた。

表4-15 おがくず炭の粒度別透水性改善効果

区 分	5 % 混 合 区			20 % 混 合 区		
	1mm未満	1~2mm	2mm以上	1mm未満	1~2mm	2mm以上
透水性改善率%	9	29	50	160	193	160

(日本土壌協会 1987)

以上(1)(2)(3)の予備試験から、土壌改良資材として使用するためには、さらに多くの黒炭について樹種の違いや炭化方法、炭化温度の違いによる土壌改良効果に及ぼす影響を調査検討する必要性が指摘された。

(4) 全国燃料協会による木炭の粒度別改善効果試験

全国燃料協会では木炭の政令指定資材として用途(主たる効果)についての重要性から焼き方、原料、樹種、などの異なる9種類の木炭について試料を提供し、土壌の透水性改

善効果について粒度別の測定を実施した。

試験方法：供試土壌は灰色低地土（埴質壤土）を用い、木炭の粒度別に10%混合（容積比）とした。

試験結果：9種類の木炭の粒径別改善効果は、0.1mm以上で施用効果が期待され、粒径2.0mm以上では施用効果は減少する傾向を示した。木炭の混合割合10%の場合には0.1～2.00mmの粒径分布が効率的であり、透水性改善率は0.5mm～1.00mm粒径で最も大きい効果を示した。試験用木炭の種類を表4-16、粒径別透水性改善率を表4-17に示した。

表4-16 木炭の種類別透水性改善効果試験用木炭一覧表

番号	焼き方	原料	樹種
1	平炉、24基	木皮、鋸屑、木割	国産広葉樹90%その他針葉樹
2	流動床式炉	背板、解体材	松、杉、檜等針葉樹
3	平炉	鋸屑、バーク	カラマツ、トドマツ
4	岩手大量土窯	木炭用立木皆伐材	なら
5	籾 400℃以下で炭化(黧)	国産広葉樹皮、杉檜背板	国産広葉樹皮、杉檜背板
6	1000～1200℃で炭化(皀)	ニューファン種針葉樹オガ炭	針葉樹
7	平炉	背板、バーク	杉、檜
8		Lチップ-バーク	国産広葉樹バーク
9	燻炭	オガクズ他	広葉樹、針葉樹

(日本土壌協会 1992年)

表4-17 木炭の粒径別透水性改善率

試料No.	粒径 mm					
	-4.00 +2.00	-2.00 +1.00	-1.00 +0.50	-0.50 +0.25	-0.25 +0.10	-0.10
1	31	34	94	72	50	19
2	56	66	110	63	38	31
3	17	33	67	60	57	13
4	30	30	36	30	30	6
5	38	50	72	84	63	19
6	18	30	67	24	21	-2
7	18	18	38	38	38	15
8	36	67	67	67	45	15
9	15	36	52	52	45	30
X	28.8	40.4	67.0	54.4	43.3	16.1
±t _α /n (0.05)	10.3	13.0	18.5	15.4	10.4	8.1

(1992、日本土壌協会)

注) 対照土壌： 灰色低地土 (LiC)、施用量10% (V/V)、

対照土壌減水深mm/h = 3.24、繰返し精度 $\sigma = 0.11$
(n-1, n=9)

3.2 その他の木炭の土壌改良効果

前述のように地力増進法としての木炭の主たる施用効果は、土壌の透水性改善効果であり、主要効果を明記して販売することになった。

一方、木炭にはこの他VA菌根の着生や根粒菌の増殖効果なども報告されている。この他、木炭の施用効果は土壌の生物性の改善にも及び、連作障害回避にも有効な資材であることも指摘されている。

(1) 木炭の施用とVA菌根と根粒菌の増殖

作物に共生する微生物相は、植物の光合成によって生育している独立栄養生物である。しかし、実際には菌根に助けられて共生し、生育している例が多い。細菌が共生している根粒菌や、樹木の根に着生している放線菌も空中窒素を固定している。

菌根には2つのグループがあり、菌糸が細根の外側に付着する外生菌根と、菌糸が根の細胞の中に入る内生菌根とに分けられる。外生菌根の多くは、マツタケのようにキノコ類が樹木の根に着生し、菌は植物から炭水化物を貰い、代わりに土の中の養水分を吸収し、植物に与える共生菌である。

内生菌根の中にはランやツツジなどのカビやキノコをつくる菌根と、VA菌根とがある。VA菌根とは根の中に入った菌糸が袋状体(Vesicule)や樹枝状体(Arbuscule)作ることからVA菌根と名づけられている。このVA菌根の着生に木炭の施用が効果を発揮することが、小川(炭と微生物、林業試験場報告NO 244)によって報告されている。

〔木炭の施用方法〕広葉樹粉炭 500g/m²に化成肥料(8-8-8) 1%を混合し、これを畑の表面に500gと 150g/m²を深さ10cmの土壌に施用した。この他木炭についてはマメガラ、モミガラ、ヤシガラ炭を無肥料状態で施用した。

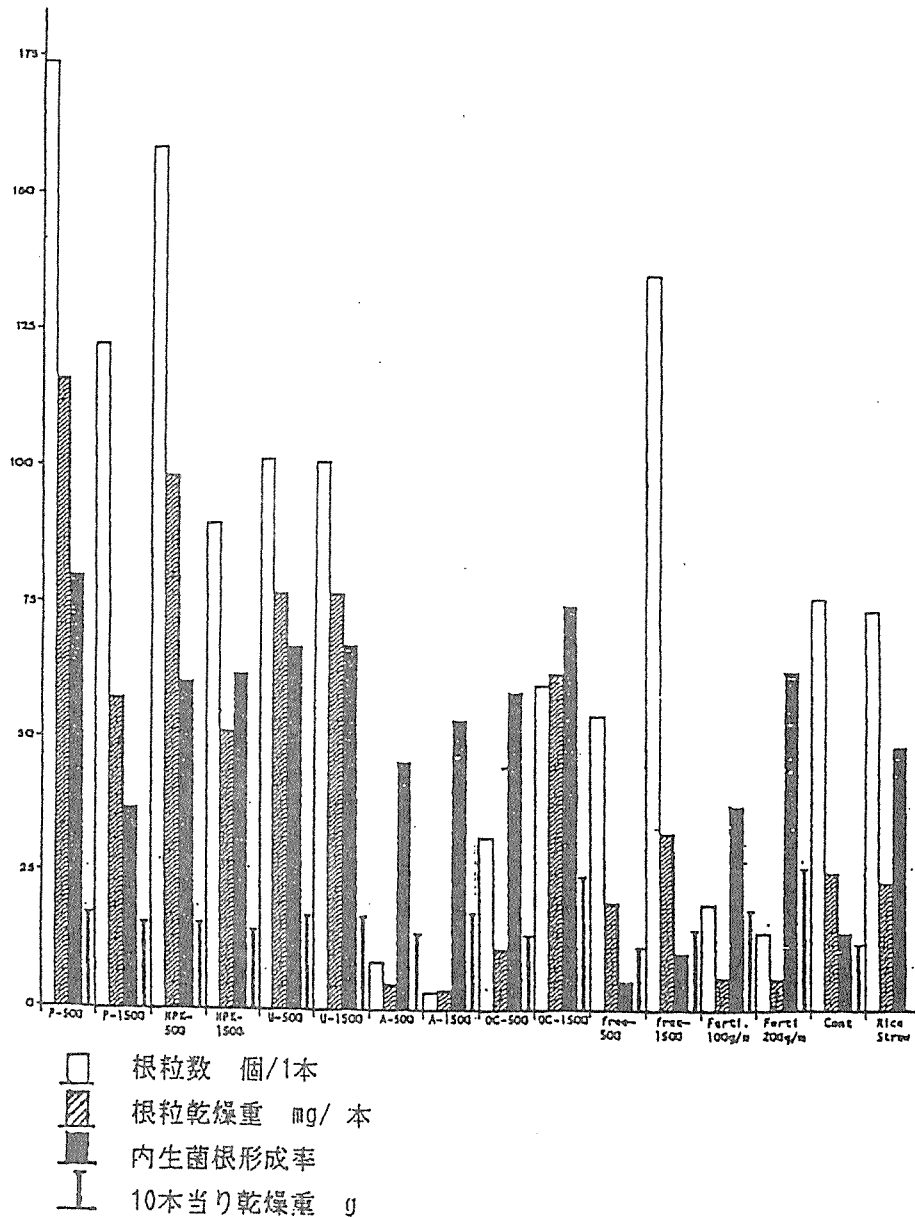
〔木炭の施用効果〕VA菌根の形成率は施用直後は木炭+肥料区で高く、施用2ヶ月には根粒が肥大し、根粒重量に大きな差を表した。作物の収量は根粒とVA菌根の多いところでの収量が大きい。また、2年目の収量は、炭を施用した区ではほぼ前年と同様の収量が得られた。

1年目の大豆の成長量と根粒数、根粒重および内生菌根形成率は、図4-1に示すとおりである。

以上のような顕著な木炭の施用効果は、あらゆる耕地で期待することは困難である。微生物相の増加繁殖する土壌環境が充分把握されておらず、少なくとも、除草剤や殺虫剤などを使用した耕地では、VA菌根の孢子もなく、木炭の施用効果は期待できないことが指

摘されている。

図4-1 1ヶ月後の大豆成長量と根粒数、根粒重および内生菌根形成率



化学肥料および油かすはいずれの場合も1%添加。

-500は500g/m², -1,500は1,500g/m²施用を示す。

P: 過リン酸石灰

NPK: 高度化成肥料8:8:8

U: 尿素

A: 硫安

OC: 油かす

free: 樹皮炭のみ施用

Ferti: 高度化成肥料のみ施用

Cont: 無処理

Rice straw: イネワラ

(2) 木炭の施用とショウロの発生

木炭の施用は微生物活性資材として期待されているが、その効果が普遍的に得られていないのが現状である。農耕地の至るところで木炭施用効果が期待できる普遍性が得られるならば、微生物土壌改良資材とすることができる。海岸林に発生するショウロでも木炭施

用効果が期待されるクロマツ林もあるが、海岸林の立地環境が明確に把握されていない。

木炭施用によるクロマツ海岸林のショウロの発生状態は次のとおりである。

〔試験方法〕樹齢30年生クロマツ林、樹高 6~7 m、樹間内に幅30cm、深さ20~30cmの溝をつくり、樹皮炭を施用し上部に砂を覆土した。

〔施用効果〕ショウロの発生、ウラムラサキ、アセタケ属の菌が増加した。ショウロを栽培する方法を開発するため、樹皮炭、ヤシガラ炭、竹炭、松炭、及び備長炭を用いた接種試験を行った。樹皮炭、樹皮炭に肥料成分を添加したもの及び松炭にショウロが発生し、菌根の形成は良好で、菌糸束の成長が見られた。

木炭の施用とショウロの発生については、この他、鹿児島県や京都府でも同様の試験が進められ、ショウロの発生が確認されている。

(3) 木炭の土壌微生物増殖特性

土壌改良資材としての微生物資材は「植物栽培に資するため、土壌の性質に変化をもたらすことを目的として、土地に施されるものであって、その主原料が特定の微生物の活性化を図るもの」と定義されている。(この微生物資材の中には根粒菌や菌根菌は含まれていない)

このような土壌微生物改良資材の種類は多く、その品質基準や検定方法が確立されていない。木炭についても土壌微生物の増殖特性があり、今後さらに多くの実証試験が行われ普遍性を確立しなければならない。今日まで行われてきた木炭の微生物増殖特性は次のとおりである。

〔研究の目的〕木炭に少量の肥料を添加し、土壌に施用すると大豆やトウモロコシの収量の増加したことが報告されている。このように木炭は微生物の住みかとして好適な資材と考えられている。しかし、木炭も樹種、炭化温度の違いによって、理化学的性質を異にしている。また、農業分野で働く微生物相も異なり、糸状菌、放線菌、細菌と様々な種類が生息している。

ここでは木炭の特性と微生物増殖固定特性を調べ、最適な資材を選定しようとした。木炭の微生物固定資材として拮抗菌や病原性菌を用いた交叉防除資材について検討し、土壌病害を抑制するための資材開発を進めた。

〔試験方法〕供試木炭はカラマツ炭、アカマツ炭、ナラ炭、オガ炭、オガクズ炭、バーク炭、活性炭、等7種類を使用した。接種源としては十和田市のナガイモ栽培地の黒ボク土を添加し、関東ローム作土を供試した。

[試験結果] バーク炭は全菌数ともに比較的多く、微生物の増殖に適し、活性炭は全菌数ともに少なく、微生物の増殖には不適である。

木炭の粒径は 0.5mm以下に調整したものと、粒径がより大きく広く分布する試料で、微生物の増殖能を比較しても大きな差は見られなかった。

微生物の固定した木炭を顕微鏡下で観察すると、寧ろバーク炭などの表面の粗い試料が増進に適している。

木炭を中性に調整すると、糸状菌や酵母などは増加するが、細菌の変動は少ない。連作障害などの拮抗菌に及ぼす影響は、拮抗放線菌の固定化にはオガクズ炭、カラマツ炭がよく、病原性に対する拮抗力も高い。

以上のような木炭の種類と微生物の増殖特性は表4-18のように表示される。

表4-18 木炭の微生物増殖固定特性

微生物の種類	木炭の種類
糸状菌増殖固定資材	カラマツ炭、オガクズ炭、バーク炭、竹炭
色素耐性菌増殖固定資材	バーク炭、竹炭、ナラ炭、カラマツ炭
放線菌増殖固定資材	バーク炭、竹炭
細菌増殖固定資材	バーク炭、竹炭、オガクズ炭
菌増殖固定資材	バーク炭

(注) 研究組合報告 片倉チッカリン 木炭の有効微生物賦活剤

4 木炭の品質基準の設定と需要拡大対策について

4.1 土壌改良資材としての木炭の品質

(1) これまでの研究経過

木炭の土壌改良資材としての施用試験については、北海道立中央、十勝、道南農業試験場において各種施用試験が実施されてきた。これらの試験成績の中から、作物の種類によって木炭の施用反応の異なる点が見出されている。また、木炭の性質として炭化温度や木炭の粒度の違いなどによる、改良効果の違いも明らかにされた。即ち、同一資材を炭化した場合には炭化温度によって、明らかに理化学的性質の異なる木炭が製造され、土壌改良効果に与える影響も大きい。

木炭の土壌改良効果については、土壌の理学性の改善効果のみならず、前述のように土壌微生物性の改善効果についても期待した試験例も見られた。土壌微生物への改良効果については小川氏によるVA菌根や根粒菌の増殖による作物収量の増加も報告されている。また、海岸林におけるシヨウロの発生効果も認められてきた。しかし、これらの微生物的効果は必ずしもその普遍性が確立されていない。今後継続した研究開発を期待したい。

以上の研究経過から、現状では“地力増進法”にもとづく、土壌透水性の改善効果を主効果としての土壌改良資材として、販売網を組織し、推進すべきものと考えられる。

(1) 地力増進法による木炭の品質表示事項

地力増進法による木炭の品質については、表示事項として次のように定められている。

① 一般表示事項

- (a) 土壌改良資材の名称
- (b) 土壌改良資材の種類
- (c) 表示者の氏名又は名称及び住所
- (d) 製造事業場の名称及び所在地
- (e) 正味量

② 指定表示事項

- (a) 単位容積質量
- (b) 用途（主たる効果）
- (c) 施用方法
- (d) 施用上の注意事項

表示方法は次頁の表4-19に例を示したとおりであり、木炭の品質としては原料と単位容積質量だけであるが、単位容積質量のほか炭材の種類、炭化温度、黒炭、白炭等あらゆる品質とかがわりが大きい事項についても表示する必要がある。さらに、土壌改良資材としての内部品質基準の設定が必要である。

(3) 土壌改良資材としての木炭の品質基準

[品質基準の必要性]

耕土培養法から地力増進法へと変わり、地力増進に関してはより積極的に作物の耕種毎に土壌改善目標が設定されている。また、営農者は土壌の改善目標に向って土壌検定を進めながら、政令土壌改良資材を利用してゆくが、使用する土壌改良資材については、営農者が安心して使用できるよう、その用途としては主たる効果を明示することとされた。

地力増進法に基づく表示（例）	
土壌改良資材の名称	グリーンタンソ
土壌改良資材の種類	木 炭
表示者の名称 および住所	△ △ △ △ 株式会社 東京都千代田区××町×
製造事業所の名称 および住所	△△△△株式会社茨城工場 茨城県茎崎町松の里1番地
正 味 量	30リットル
原 料	広葉樹の樹皮を炭化したもの
単位容積質量	Kg/リットル
用途（主たる効果）	土壌の透水性の改善
施 用 方 法	左記の表示のとおり
施用上の注意	この土壌改良資材は、地表面に露出すると風雨等により流出することがあり、また、土壌中に層を形成すると効果が認められないことがありますので、十分に土と混和して下さい。

このように木炭が政令指定土壌改良資材に指定されたことから、北海道林産試験場、道立農業試験場では、共同研究課題として「低コスト木炭粉製造技術の開発と農産物に与える有効効果の研究」に取り組んできた。この中で使用木炭の炭化条件と品質、木炭の理化学的性質を明らかにし、植害試験を実施し、各種作物に対する施用試験を実施してきた。

試験結果から、炭化条件によって生産される木炭は酸性からアルカリ性まで種々のものがあり、大きな品質の違いを見せた。また、同一作物、同一圃場でも、木炭の種類によって施用量 100～1000Kg/10a と、適正施用量の大きな変動が見られた。

このような試験例からも、農業用木炭としての品質を内部基準として設定する必要性がある。

〔農業用土壌改良資材木炭の品質基準〕

木炭の土壌改良資材としての効果は、土壌の透水性の改善効果である。この点から木炭品質を考えるならば、先ず最初に資材の植害試験を実施して安全性を確認し、土壌の透水性、単位容積比重に関連する炭化温度、粒度などに関する改良効果の解析が必要である。

表4-20

木炭の水抽出液とコマツナの発芽および根の伸長

	炭化装置	樹種	炭化温度	発芽率	根の伸長指数	抽出液PH	EC(us/cm)
1	平炉	カラマツ樹皮		100%	5	8.25	405
2	加圧炉	カラマツ間伐材		100	5	8.54	662
3	平炉	カラマツ		100	5	8.45	349
4	加圧炉	カラマツ間伐材		100	5	7.96	201
5	平炉	トドマツ		100	5	9.07	178
6	乾留炉	カラマツ	300℃	100	1	3.87	188
7	乾留炉	カラマツ	300	100	2	3.91	80
8	乾留炉	カラマツ	400	100	3	4.12	27
9	乾留炉	カラマツ	400	100	3	4.33	26
10	乾留炉	カラマツ	600	100	4	7.16	22
11	乾留炉	カラマツ	600	100	4	7.65	35
12	乾留炉	トドマツ	300	100	2	4.30	224
13	乾留炉	トドマツ	300	100	2	4.20	106
14	乾留炉	トドマツ	400	100	3	4.61	35
15	乾留炉	トドマツ	400	100	4	4.88	28
16	乾留炉	トドマツ	600	100	4	8.36	61
17	乾留炉	トドマツ	600	100	4	9.24	171
対象区 蒸留水				100	5	6.00	0.05

(注) 根の伸長指数(観察による指数) 1. 根端の褐色枯死、2. 褐変伸長停止、
3. やや褐色、伸長不良、4. やや伸長不良、5. 正常

各種の炭化温度の異なる木炭の水抽出液について、コマツナによる発芽および根の伸長に及ぼす影響が調査された。調査結果は表4-20に示すとおりで、炭化温度による発芽率の差はなく、総て100%の発芽率を示した。しかし、発芽後の根の伸長を見ると、酸性抽出液では根の伸長を阻害する結果が得られ、炭化温度が低い300~400℃では、根の伸長に阻害作用が認められた。

また、炭化温度と木炭の抽出液のPHについて検討を加えると、炭化温度300℃ではPH(H₂O)3.87~4.30、400℃では4.12~4.88を呈し、酸性の強い状態となったが、炭化温度600℃では7.16~9.24とアルカリ性を呈した。

容積重や透水性に及ぼす炭化温度の関連は明確に把握することはできなかったが、炭化温度の低い木炭では容積重、真比重がやや低下する傾向が窺える。

以上の試験から、乏しい実験結果ではあるが、早急に炭材の種類、炭化温度、PH、容積重などの品質の関連性を究明し、さらに植害試験を実施し、土壌改良資材木炭の安全性を確認し、品質の内部基準を作成すべきである。

4.2 木炭の需要拡大と考え方

土壌改良用木炭は土壌の透水性改善効果をセールスポイントとして、需要拡大を促進しなければならない。土壌改良資材としての需要拡大は「木炭需要拡大推進委員会」を構成し、今日までの研究成果を整理し、木炭の土壌改良効果を確認し、積極的な利用促進を図りたい。

委員会の構成は農業利用と言う立場からは、農業関係専門家の参加が望ましい。また、委員会の中では、作業部会を設置し、農業での利用開発試験を実施し、試験結果は作業部会でとりまとめ委員会に報告する。作業部会は土壌改良資材木炭生産者、JA関係者、地域農試関係者、林業関係研究者で構成する。委員会では木炭施用に関する課題を検討し、作業部会で実行した施用効果を公表すると同時に、広報活動のできる態勢を確立する。

参考までに農業関係における堆肥類に関する品質検討会の構成は、「有機質肥料等品質保全推進委員会」を構成し、各種品質基準の作成を実施した。委員会は学識経験者2名、農水省研究場所関係研究者3名、堆肥類生産者研究員など3名、農水省行政部門3名程度で構成された。さらに、作業部会を設置し、学識経験者1名、農水省関係研究員3名、堆肥類生産関係者等3名、課題とりまとめ責任者（事業推進代表者）から構成し、3年間をかけて各種堆肥の品質基準が設定された。

このように農業利用を重視する立場からは、農業関係者の意向を十分に反映できる委員会の設置が希望される。

木炭が、土壌改良資材として今後さらに新しく研究開発する課題、現行でより積極的に販売促進する課題は次のように考えられる。

4.3 木炭を利用した“ボカシ肥料”の開発

くん炭は古くから土壌改良資材として農業利用されてきた。くん炭の多くはモミガラ炭であるが、連作障害防止などにはさらにくん炭肥料を作り施用されてきた。くん炭肥料は

藁、雑草、笹、生け垣、果樹の剪定枝などを炭化し、これに下肥を吸着させたものであった。

また、“ボカシ肥”は田土、山土に鶏糞や油粕、米ぬか、魚粕などの有機質肥料を混合し、発熱発酵させたものである。さらに営農者の好み（経験）に合わせて、各種有機質肥料を混合し利用されている。この“ボカシ肥”はくん炭を利用したものもあり、粉炭を利用することも有効である。

くん炭よりも各種木炭粉の土壌改良効果が認められたのは最近のことで、小川によると炭は微生物の活動、特に作物に共生する微生物活性を高める事が判明した。即ち、木炭の孔隙は微生物の住みかとなり、僅かな肥料は微生物の餌として働いている。

このようなことから、有機農業が重視されている今日、木炭を加えた“ボカシ肥”の開発が期待される。

ボカシ肥には山土や田土が利用されているが、病原菌のない土壌（農薬の影響の少ない土）を母体として利用されており、有機物に富んだ土壌としては山土が最も適している。また、木炭は高温で処理されており、独立栄養性の窒素固定菌や光合成菌類も定着しやすい条件を備えている。

このような“ボカシ肥”は連作障害を軽減させるだけでなく、特にメロンやスイカなどの栽培には、植穴施肥として植付け時の細根の発達に大きな効果をもたらすことが期待される。

“ボカシ肥”の配合例を下記に示した。

山土	300 Kg
鶏糞	60 Kg
油粕	20 Kg
米ぬか	20 Kg
過石+粉炭	(15 + 40 Kg)

利用する木炭はオガ炭では高温で炭化しており、微粉状でPH 8.5、固定炭素50~80%、樹皮炭はオガ炭に比べて灰分が少なく、PH 8.0~9.0、粒径が0.25~1.00mm、孔隙が大きく不定形であるが、軟かく、微生物特に糸状菌の繁殖に適する。

4.4 各種農作物の育苗養土の開発

くん炭は農作物の培養土として古くから利用されてきた。このくん炭を木炭にかえた育

苗養土の開発を進める必要がある。かつてくん炭と土の混合培土はタバコの養液育苗やイネの育苗などにも用いられてきた。木炭の育苗養土としての魅力は、根圏微生物の繁殖に適する微生物の住みかを提供する。特に多孔質で表面積が大きく、透水性の改良につながる点が、くん炭よりも優れている。現在利用されている野菜類の養液育苗としてはキュウリ、トマト、ナス、スイカ、メロン、カボチャ、ピーマン、キャベツ、ハクサイ、レタス、セルリーの多種にわたっている。

育苗養土としては上述のように野菜類の養液育苗のほか、各種花菜類のポット用培土としての開発も期待できる。木炭と土壌を混合しポットに播種あるいは移植される。木炭を混合する培養土には少量のりん産質肥料を入れることによって、内生菌根としてのAV菌根の着生が期待できる。特に利用する畑土はできるだけ農薬類の使用しない畑土を利用すると言う配慮が必要である。

4.5 家庭園芸用培土の開発

近年家庭園芸としてプランターによる花菜類の栽培が行われている。都会地に住む人々にとっては、使用する培養土がなく、園芸用培養土を購入してプランター栽培や鑑賞用に使われている。園芸用培養土は芝生用、花き用、果菜類用などと広範囲の製品が販売されている。また、バークを処理した鑑賞用資材も販売されている。木炭を混合した鑑賞用培養土は高級品の植物培養土として最適と考えられる。バーク堆肥や木炭を混合し、微生物活性の高い製品の開発は、長期間にわたる鑑賞用永年生木本植物に適している。これらに使用する資材はそれぞれ幼植物検定を実施し、植物の成長に害作用のない点を確認する必要がある。また、混合した培養土は短期間の熟成期間を経過したものが望ましい。

4.6 木酢液処理木炭の土壌改良資材の品質特性と問題点

木炭の土壌改良資材としての利用目的は、土壌の透水性の改善である。従って土壌改良は細粒質の埴質土壌が対象となる。これに対し、堆肥類はあらゆる土壌に対して有機質資材として、有機微生物の餌として住みかとしての農業利用上欠くべからざる資材である。土壌に加えられた有機物は、透通性の良好な条件下では有機物分解を促進し、腐植を生成し、土壌の団粒状構造を形成し、土壌を膨軟にする土壌改良効果が期待される。木炭との違いは多目的に利用できる点である。木炭は分解して消滅することがないため、施用量も容積比20%混合と考えているが、ある程度の連用効果を期待するならば5%以上10%程度

と考えてよい。

以上のような木炭の施用には、現状では検証されていない生物的效果が期待されている。これに対し、さらに木酢液を含浸させた資材が有効な利用法と言う考え方が出ており、既に資材が出回っている。このような資材は政令指定土壌改良資材には相当しない点を明確にし、今後の対応は以下のように考えたい。

木材の熱分解によって発生する煙を冷却することによって得られる水溶液が木酢液である。谷田貝は木酢液の植物成長調節作用に注目し、成長促進、あるいは成長抑制を目的として使用する時には、適切な濃度で使用する事が重要であることを指摘している。これは木酢液の中には、ある濃度以上では成長阻害作用を持つが、低濃度では成長を促進するような成分が含まれている。利用上の多くは成長にプラス効果をもたらす利用方法が多いが、このような場合には、比較的に高沸点を持ち、成長阻害作用の大きいフェノール類を分離しておく重要性が既に明らかにされており、仮に土壌改良材として利用するものであるならば、検討を要する重要課題である。

木酢液の問題点を指摘したが、既に各種木酢液が商品化され、利用されている。林野庁の飼料によると表4-21のように、木酢液の用途別販売量の調査結果が報告されている。

表4-21 木酢液の用途別販売量

(単位:千ℓ)

地 区 生産量	北海道・東北		関東甲信越		東海・北陸		近 畿		中 国・四 国		九 州		合 計	
	販売量	%	販売量	%	販売量	%	販売量	%	販売量	%	販売量	%	販売量	%
農 業 用	492	71	206	50	121	16	6	29			100	100	925	47
ゴルフ場用	6	1			115	15	15	71					136	7
消 臭 用	99	14	2	1	66	9							167	8
畜 産 用	90	13	202	49	10	1							302	15
食品工業用					424	56							424	21
そ の 他	10	1			15	3			12	100			37	2
合 計	697	100	410	100	751	100	21	100	12	100	100	100	1,991	100

土壌改良用木酢液の販売量が1,078千リットルとなっているが、これらの資材は植害試験を実施し、安全性が確認されているだろうか疑問である。この植害試験方法の普及と確認が急務である。

以上のように木炭・木酢液ともに土壌改良資材として展開するきざしが感じられるが、

施用効果が多目的になると、その効果を検証することが困難で、特に土壌生物性資材は、僅かに有機物分解促進剤としての検証が可能になっている以外は、現状では改良効果の検証に困窮している状況にある。

木炭は一般的にアルカリ性であるが、これを中性状態にした場合に、現状での土壌透水性の改善効果に影響を及ぼすものかどうか、一つの問題点である。木炭のPHを木酢液で調整し、土壌の透水性改善効果に変動を与えないものであるならば、PH調整剤としての効果は見られるが、PH調整が必要か、微生物活性剤としてそれに及ぼす影響は検証の難しい問題となってくる。施用問題がなければ各種作物に対する施用試験を実施し、収量へ及ぼす影響を調査しなければならない。

以上のように木酢液の使用に当たっては、植害試験を濃度別に実施し、さらに製品についての植害試験を再度実施し、安全性を確認し、新製品の開発を期待する。

4.7 のり面緑化工法における木炭吹き付け資材の開発

既に木材炭化成分多用途利用技術研究組合では、緑化工における木炭の混入吹き付け資材に関する試験が進められてきた。試験結果は木炭の混合により、ホワイトクローバーの成長の優れる点が見出されている。また、基盤材料として土性の違いにより木炭の施用効果が異なる点が把握されている。この他、木炭の種類、粒径、混入率、木炭を混合した厚層吹き付け工に対する施用効果、緑化基盤材に混入する木炭の種類とハンノキの成長などについての試験が実施されている。

この中で、木炭の混入根粒菌の着生については、小川は各種粉炭に肥料を1%添加し、肥料入り木炭を作り、施用試験を実施した結果、根粒重量は過りん酸石灰、化成肥料、尿素などを木炭と混合した区で増加することを報告している。

また、森林総合研究所九州支所では、3種のアカシアについて根粒菌の接種試験を実施し、根粒菌の着生状態から、くん炭・接種・施肥区、および粉炭・接種・施肥区の成長が良く、根粒数、重量ともに多い結果が得られた。

緑化工では、根粒樹木の植栽が行われており、積極的な木炭施用による緑化工法を開発する必要があり、利用の拡大を期待したい。

5 木炭による床下気象環境改善効果と需要拡大対策

5.1 木炭による床下気象環境改善効果

一般に木造住宅の基礎はコンクリート布基礎が使用されており、布基礎の換気孔が小さかったり、湿気の多い土地に建築された場合など、床下に湿気がこもり、住宅の耐久性に影響を及ぼすことが多い。このため、床下の土壌表面をビニールシートやコンクリートモルタルで被覆するなど、各種の対策が行われているが、床下環境を改善する最善の方法とは考えられない。

こうした中で、木炭を木造住宅の床した調湿材として利用する試みが行われ、床下気象環境の改善に効果が認められている。床面積4㎡の枠組壁工法と、木造軸組工法の平屋建てのモデル住宅の床下に木炭を敷設し、床下と外気の相対湿度を測定した結果、それぞれのモデル住宅の年間を通した床下の相対湿度は、外気の相対湿度より僅かに高い値を示しながらも、約70～90%の範囲でを示していたが、1年半を経過した頃になると相対湿度は63～83%を示すようになり、木炭の敷設による調湿効果が現れた。

こうした結果から、実際に人が居住している住宅の床下に木炭を敷設し、外気および対象区と木炭敷設区の相対湿度を測定した結果は表4-22に掲げるとおりで、春から秋へか

表4-22 外気および床下における温度及び相対湿度の推移

	外 気		北床下 (対象区)		木炭敷設 (木炭区)	
	温度 °C	相対湿度%	温度 °C	相対湿度%	温度 °C	相対湿度%
1992年12月	10.3	68.5	11.3	77.2	12.8	63.6
1993年 1月	5.8	79.6	7.2	90.6	10.0	68.9
2月	6.8	69.9	6.8	87.8	9.4	65.5
3月	8.1	65.3	7.9	82.8	10.4	62.0
4月	13.5	63.0	12.1	83.2	14.9	65.7
5月	17.7	72.4	16.1	88.6	17.7	73.8
6月	21.8	80.2	20.1	95.2	21.2	83.4
7月	23.5	86.4	22.1	99.9	22.9	93.5
8月	25.3	82.1	24.0	99.8	24.5	92.5
9月	22.2	80.0	22.0	99.4	22.8	88.5
10月	17.7	73.4	18.2	98.9	19.2	81.8

けての高温多湿期には、木炭区の湿度も外気の相对湿度を上回るものの、冬季には外気の湿度よりも低下し、対象区の相对湿度との間には明瞭な差が現れ、乾燥期の2月にはその差は22%にも達した。

さらに、床下の相对湿度と木材の含水率の関係をみると、図4-2および図4-3のとおりで、対象区の木材含水率は同じ相对湿度でも、木炭区の木材含水率よりもかなり高い値を示すことが分かる。

図4-2 対象区における週平均相对湿度と木材含水率（1991年1月～1993年3月）

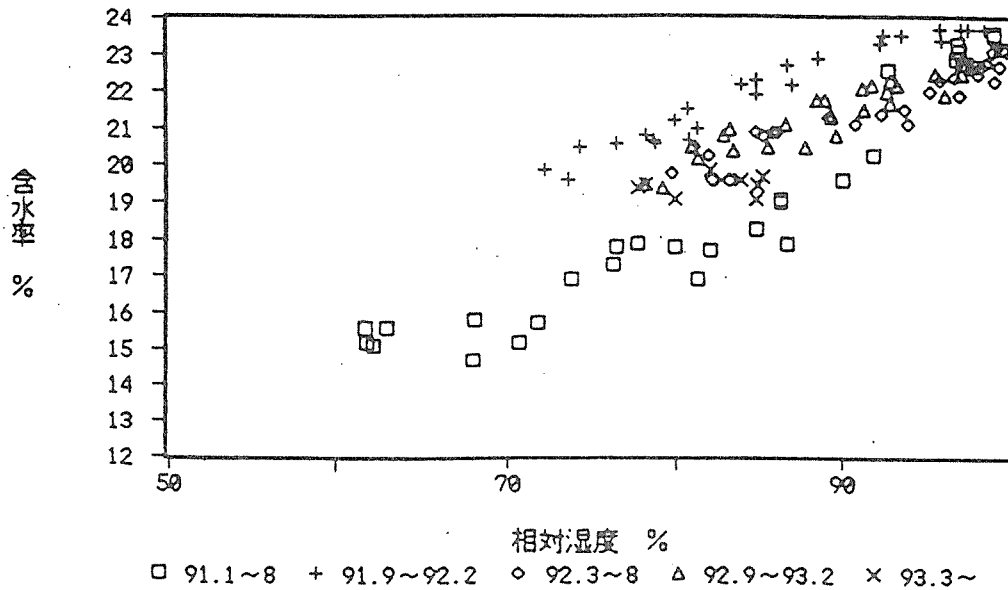
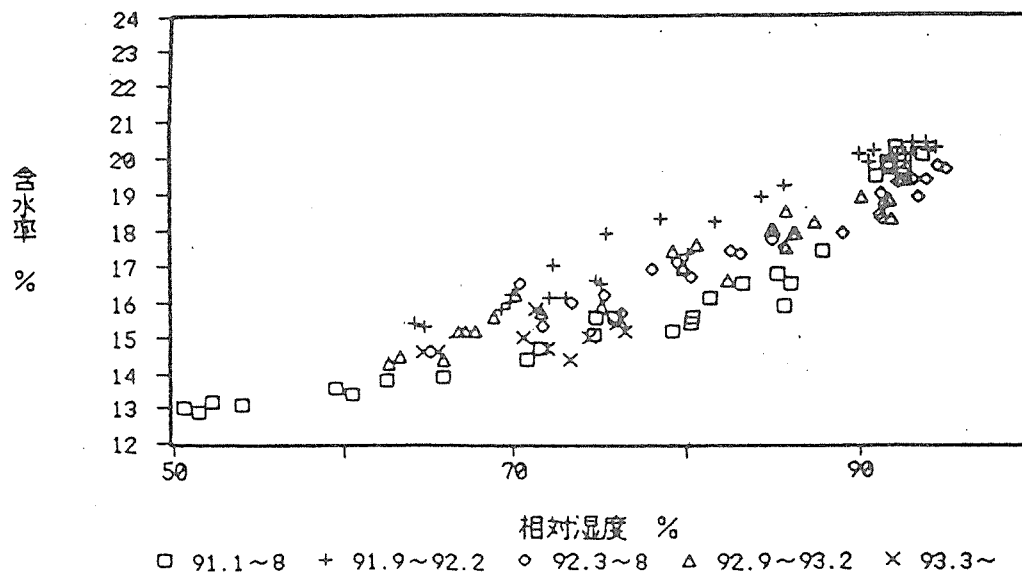


図4-3 木炭区における週平均相对湿度と木材含水率（1991年1月～1993年3月）



木材の含水率と相对湿度の関係を相对湿度が上昇する1月から8月までと、相对湿度が低下する9月から翌年の2月までにかけてその推移を見ると、1月から8月までにかけて

は木材含水率は相対湿度の上昇に伴って上昇し、7月には相対湿度は100%に近づき、木材含水率も24%に接近する。一方9月から翌年2月にかけては相対湿度の低下に伴って木材含水率も低下するが、低下の状況は1～8月の上昇時の推移に比較してはるかに緩やかな低下で、冬季相対湿度が最低の70%に低下した時も木材含水率は約20%と、上昇前のほぼ同じ相対湿度の時の木材含水率16%を大きく上回っている。これに対して、木炭区では、夏季の上昇、冬季へ向けての低下はほぼ同様な変化を示すが、夏季の相対湿度の上昇は約95%にとどまり、また、冬季の相対湿度は対象区より低い約60%まで低下するので、木材含水率は上昇前とほぼ同じ水準にまで低下する。

これまで一般に夏季の床下の相対湿度が、床下の木材の耐久性に大きく影響すると考えられていたが、相対湿度と木材含水率との関係から、冬季における相対湿度も非常に重要で、冬季における床下の相対湿度が十分に低下すれば、床下にある木材の含水率も低下することになる。このように木材含水率が低い状態で相対湿度の高い夏季に入れば、木材への吸湿量は小さく、低い含水率で推移することとなり、年間を通じて低い含水率の期間が長くなることが期待される。

5.2 床下気象環境改善利用による木炭の需要拡大対策

(1) 木炭の床下気象環境改善利用の意義

木質廃棄物の発生は建築関係で1,860万 m^3 、パレット梱包材などで320万 m^3 、計2,180万 m^3 にも達すると見られるが、これらの中で再利用されるのは木くずチップとして工業原料に利用される45万トン、銭湯や工場ボイラーの燃料チップとして利用される燃料利用の約180万トン、合計225万トン(560万 m^3)程度と推定され、再利用されるのは4分の1に過ぎない。しかもその再利用の80%は燃料利用で、再利用されずに償却処理される木くずと合わせれば、カスケード型利用に適した材料とされる木材も、実際にはその95%は焼却され、炭酸ガスを放出している結果になっている。

こうした実態を考えれば、木質廃棄物の再生資源として再利用を増加させることが必要で、パーティクルボードの製造など工業原料としての利用の推進が期待されるが、こうした利用には木くずの種類など、木くずチップの品質に関係して利用が可能なものと、利用が困難なものがある。こうした工業原料として利用が困難なものを、燃料利用や焼却によって炭酸ガスにして放出したのでは、折角固定した炭素を空中に戻す結果となり、環境的に見て好ましくない。

こうした工業原料としての利用が困難なものを炭化し、この木炭を床下環境改善に利用できれば、木質廃棄物に固定されていた炭素をさらに長期に渡って固定し、都市に保存することが可能となり、CO²の削減と併せて燃えがらなどの処理場を減少する上からも有効となる。

このように木炭による床下環境改善効果が一般的に認知され、普及すれば、CO²の発生の抑制に寄与するのみでなく、廃棄物処理の場と労力を削減する上でも大きな効果が期待されることになる。

(2) 木炭の床下気象環境改善効果データの整備・充実

こうした木炭の床下気象環境改善効果に対して、建築関係者からは「外周部の布基礎に有効換気面積 300cm²以上の床下換気口を間隔4m以内ごとに設ける現在の布基礎でも、漏水などのトラブルのない自然な状態のままでは、床下の木材の含水率は25%を越えることはなく、木材の腐朽に特に問題はない」「木炭の吸湿性から床下地中の湿気を吸いあげて、床下空間に放湿する可能性がある」「木炭は吸湿もするが放湿もするので、結果的に同じではないか」など、木炭の床下気象環境改善効果や必要性について、なお疑問視する意見が残されている。

以上に述べた木炭による床下気象環境改善効果は、愛知県と埼玉県の2ヶ所で実施した2～3年の測定結果によるもので、木炭による床下気象環境改善効果を完全に把握する上では、事例数・期間などで決して十分なものとは言えない。

現在も都道府県によっては、公庫の増改築融資にあたり木炭の敷設代金を融資対象工事として認めている県もあるが、高耐久木造住宅の割増融資の対象となる床下防湿気工事に相当する効果を承認されるためには、①床下環境改善効果に関する観測調査データの蓄積を図り、②床下環境改善による木材の耐久性向上効果を明らかにし、③さらにその効果の持続性を明確にするなどにより、建築関係者の十分な理解を得る必要がある。

木炭による床下気象環境改善効果は、1993年末からは試験箇所を3ヶ所（つくば市、富山市、鹿児島市）に設置し、同様の観測を実施しているが、これらのデータが蓄積され、分析報告されるまでにはなお若干の時間を必要としている。これら試験結果の整備により木炭の床下気象環境改善効果が広く認知され、木炭の需要拡大に貢献することを期待したい。

(3) 調湿用木炭の規格化と商品化の推進

木炭は炭化温度などによってその物性に大きな差異があることは既に述べたが、炭化温

度 300～500℃での試験では、炭化による吸湿量の増加は認められない。しかし、炭化温度 300℃では水をはじく傾向があることなどから、全国燃料協会で現在検討中の「新用途木炭の規格」（案）では調湿用木炭の品質については「400℃以上で炭化したもの」としており、併せて、敷設時の便利を考慮して袋入りのまま敷設できるよう「包装形態が袋詰めの場合には、通気性を維持し、調湿性を損なわないものとする」と規定している。

北海道立林産試験場の研究によれば、炭酸ナトリウムなど無機塩類を含浸した木材を炭化すると吸湿性が向上することが認められており、床下環境改善効果を高める上で有効と考えられ、こうした研究の成果を基礎に炭化の方法や商品の品質を、より厳密に検討する必要がある。

併せて、敷設定量、敷設厚さなど床下環境改善効果と関係がある各種の施工条件についてもその手引きを明確にし、袋詰めのまま簡単に敷設できるような商品化を徹底することが必要がある。

はじめに

資源・環境保護意識の高まりから木質ボードへの関心が一層強くなっている。市場は合板・製材から木質ボードへの代替需要の動きが強くなっている。こうした環境変化の中で、木質ボードは木質廃棄物を高度有効利用する上からも重要であり、かつ再資源化原料の量的消化の面でも期待できる。

そこで、我が国における木質ボード工業の生産ならびに消費動向を分析することによって再資源化原料の消費規模を推定した。加えて、再資源化原料をボード工場で受け入れる際の品質の標準化についても検討を加えた。

1 実施方法

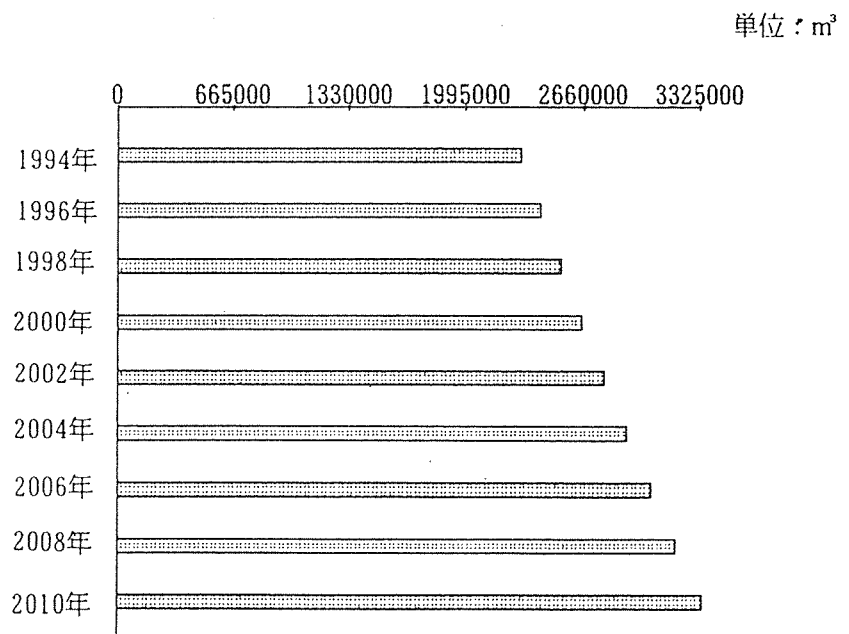
事業の実施は日本繊維板工業会内に委員会を設置し、実施した。将来展望の基礎となる予測作業は専門的知識を必要とするため、統計解析を中心に専門機関に依頼して実施した。

2 実施結果

2. 1 木質ボードの将来動向

過去15年間の生産実績より2010年までの生産予測を試算した結果、次の通りとなった。これはあくまでも過去との相関からであり、近年の資源・環境問題による木質ボードへの関心の強さ等の要因は考慮していない。

年	m ³
1994	2,304,070
1995	2,358,620
1996	2,414,170
1997	2,470,970
1998	2,529,030
1999	2,588,390
2000	2,649,050
2001	2,711,050
2002	2,774,410
2003	2,839,150
2004	2,905,300
2005	2,972,870
2006	3,041,910
2007	3,112,420
2008	3,184,450
2009	3,258,010
2010	3,333,140



2-2 木質廃棄物原料の消費予測

繊維板、パーティクルボード原料消費状況

単位：m³

	素 材 (丸太)	合単板及び 製材の残材	木材チップ	合 計	そ の 他 (Ton)
平成5年	9,976	703,830	2,457,435	3,171,241	17,555
平成6年	456	626,506	2,615,855	3,242,817	21,499

資料：通産省建材統計

※その他はソーダスト、ノット粕など

繊維板、パーティクルボード工業における原料消費量は年間約 324万m³で、内訳は木材チップ 260万m³、合単板及び製材の残材63万m³となっている。全体の80%を占める木材チップの中にはチップ業者、中間処理業者による廃棄原料（チップ）も含まれている。

実績からボード 1 m³に対して原料は約 1.4m³となる。生産予測に従い原料の消費量を推定すると次の通りとなる。

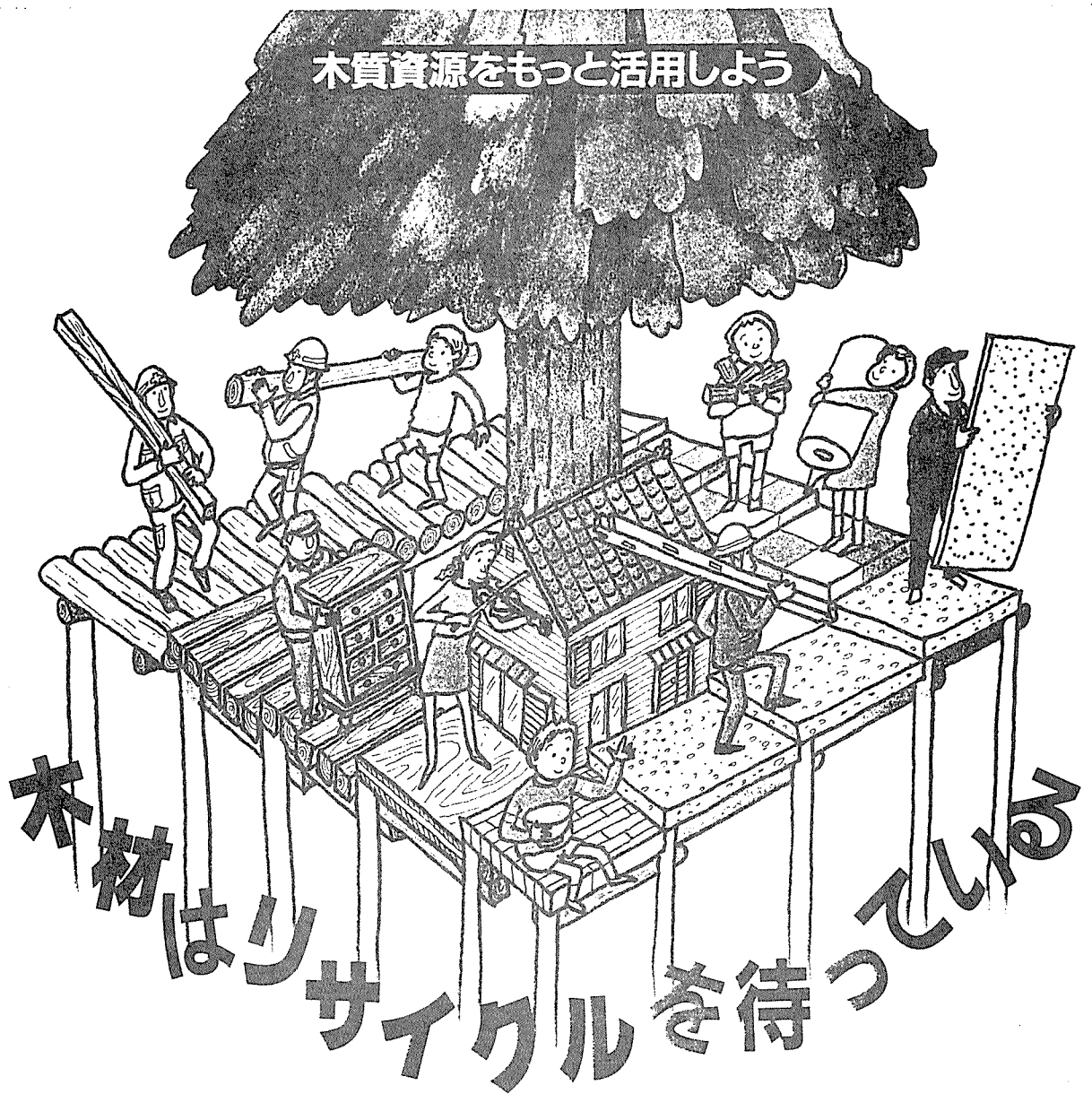
単位：万m³

	1994年	1996年	1998年	2000年	2005年	2010年
生 産 量	230	241	253	265	297	333
原料消費量	324	337	354	371	416	466

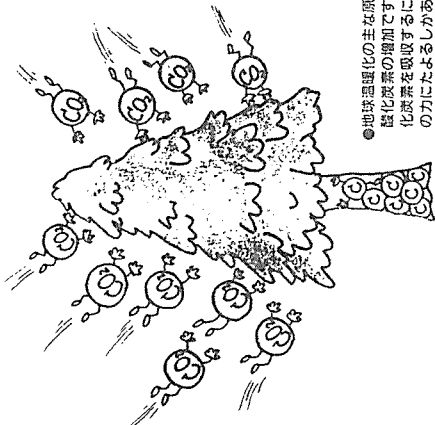
再資源化原料の入荷状況は、日本住宅・木材技術センターのアンケート調査結果から平成4年において繊維板、パーティクルボードを合せて全体の20%となっている。将来における利用率も50%～100%と見込んでいる。とくに、パーティクルボード製造業の利用率が高くなっている。再資源化原料を利用する上で、最も大事なことはボード工場における受入れ品質基準である。とくに利用率が上がれば集荷範囲も広がり異物混入等のチェックは厳しくならざるを得ない。ボード工場としてはチップの品質基準を早急に作成し、集荷範囲における中間処理業者と協力体制を確立し、安定的入荷に道を開くことが必要である。

木質ボード工業の創業時は、余りある合板や製材の残材を有効利用することで成り立ってきた。しかし、創業時から40年を経過した現在、ボード用原料にも変化が生じてきた。すなわち合板工業や製材工場の減少により、これらの廃材だけでは間に合わなくなってきたのが現状である。折しも資源・環境問題の台頭により、木材の有効利用は世界的な課題となってきた。

廃棄物の拡大による処理場不足も深刻化している。建築解体材等のチップ化によるボード原料への利用は、環境問題上からも非常に大切なことである。中間処理業者とボード工業がグループ化し共存できるようにしなければならない。廃棄原料を使うことによって、ボードのコストダウンにつながるようにしなければ国際競争力の点からもさらなる発展は望めなくなる。

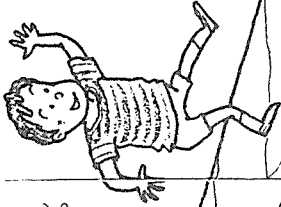


木材のリサイクルは環境を守ります。

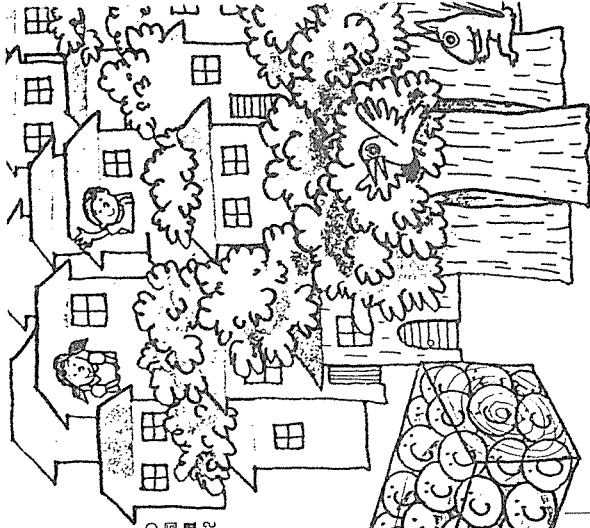


●地球温暖化の主な原因は大気中の二酸化炭素の増加です。大気中の二酸化炭素を吸収するには植物の光合成の力にたよるしかありません。

●10mm角 3mのスピの柱には約6kgの炭素(C換算)を保存しています。1度強めこまれた炭素は、木を燃やしたり腐らせたりしないかぎり、大気中に戻ることはありません。

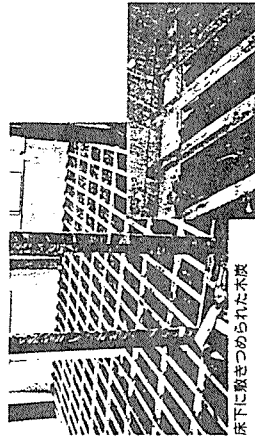


●100㎡の2階建ての木造住宅なら約5tの炭素を保存しています。そして、わが国の全住宅に木材として蓄積した炭素の量は、日本の森林が蓄積している量の約22%、人工林の約8%に相当します。



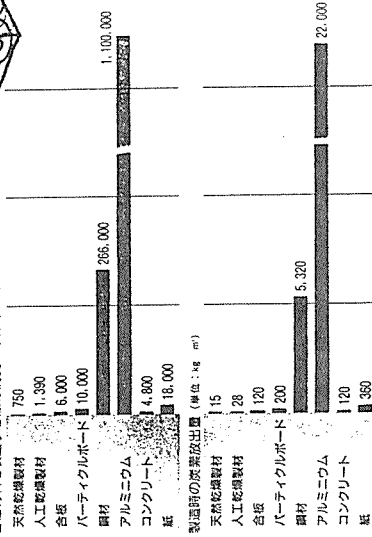
●不燃の新しい利用方法

木炭を床下に敷きつめることによって、建物内の湿度調節や脱臭に効果があります。結露を防止、カビやダニ、タバコが発生しにくくなるので、木造住宅の耐久性や住環境が向上します。また、木炭の形状のまま固定して使用するので、環境保全の面からも期待されます。



床下に敷きつめられた木炭

●各建材の製造時の消費エネルギーと炭素放出量



出典: 建設省が公表している資料の改訂版より

木材はこのようなように環境に調和し共存できる材料(エコマテリアル)です。さらに、エコマテリアルとしての効果を高めるためには、ただ使うだけでなく、リサイクルまで考え、木材をできるだけ長く使うことが大切です。木質資源の有効利用を推進していくためには、わたしたち一人一人が地球規模で環境を考えなければなりません。時が来ているのではないのでしょうか。

木は、二酸化炭素を吸収して成長していきます。そして、その吸収した二酸化炭素を大気中に戻すことなく炭素として固定しているため、木は木造住宅や木製品として木材になっても二酸化炭素のストックであり続けるのです。生長期を終えた木は切って利用し、新しい木を植えることによって、さらに二酸化炭素を吸収させることができます。「切ったら植える」という森林管理が、新たな森林資源を生み出すとともに、地球環境の保全にも貢献します。

さらに、木材は製造や再利用に必要なエネルギーが他の材料に比べて極めて少ないという特徴があります。