

平成23年度  
高知県木質バイオマスエネルギー利用促進協議会  
運営委員会

---

日時：平成24年1月23日(月)10:00～12:00

場所：工業技術センター 5階 第3研修室

---

会 次 第

1 開 会

2 あいさつ

3 協議事項

(1) 協議会委員の交代について・・・・・・・・・・資料1

(2) 平成23年度の取り組み状況について

①木質バイオマス燃焼灰再生利用調査・・・・・・・・資料2

②グリーン熱証書発行事業

(グリーン熱証書の取り扱いに関する規程)・・・資料3

③木質バイオマスエネルギー地域利用等促進事業

(3) 今後の展開について

①取り組みの基本的考え方について・・・・・・・・資料4

(4) その他

①木質ペレットの品質基準とその運用について・・・資料5

②その他

4 閉 会

木質バイオマスエネルギー利用促進協議会 H23委員

資料1

WG	H23検討課題	部門	所属	役職・氏名	備考
供給	「ペレット、チップ、薪等バイオマス燃料の品質、供給量確保について」	森林組合等 (木材供給事業者)	高知県森林組合連合会	事業部部長 相良 康麿	
			檮原町森林組合	参事 中越 薫	
		燃料製造事業者 (ペレット、チップ、薪)	丸和林業(株)	代表取締役 北岡 幸一	
			(有)安岡重機	代表取締役 安岡 浩史	
			(株)土佐テック	専務取締役 中川 雄二	
利用	「木質バイオマス燃焼灰処理・再生利用指針策定に向けた情報交換」	流通・燃料販売	JA全農こうち	農業機械課長 西内 高太郎	
		ボイラー製造・販売	(株)アクテス	代表取締役 小松 建紀	
			(株)相愛	社長付 福田 雄治	
		利用者(農業・その他)	望月製紙(株)	代表取締役 森澤 良水	副会長
			安芸市農林課	課長 野川 哲男	
		学識経験者		高知工科大学	地域連携機構 地域活性化研究室
高知大学	教育研究部総合科学系 地域協働教育学部門			准教授 中澤 純治	
森林技術センター				所長 松岡 良昭	

木質バイオマスエネルギー利用促進協議会 H23委員(案)

WG	H23検討課題	部 門	所 属	役職・氏名	備考
供給	「ペレット、チップ、薪等バイオマス燃料の品質、供給量確保について」	森林組合等 (木材供給事業者)	高知県森林組合連合会	事業部部長 相良 康麿	
			檮原町森林組合	参事 中越 薫	
		燃料製造事業者 (ペレット、チップ、薪)	丸和林業(株)	専務取締役 筑後 辰夫	
			(有)安岡重機	代表取締役 安岡 浩史	
			(株)土佐テック	専務取締役 中川 雄二	
利用	「木質バイオマス燃焼灰処理・再生利用指針策定に向けた情報交換」	流通・燃料販売	JA全農こうち	農業機械課長 西内 高太郎	
		ボイラー製造・販売	(株)アクテス	代表取締役 小松 建紀	
			(株)相愛	社長付 福田 雄治	
		利用者(農業・その他)	望月製紙(株)	代表取締役 森澤 良水	副会長
			安芸市農林課	課長 野川 哲男	
学識経験者		高知工科大学	地域連携機構 地域活性化研究室	特任教授 松村 勝喜	会 長
		高知大学	教育研究部総合科学系 地域協働教育学部門	准教授 中澤 純治	
		森林技術センター		所長 松岡 良昭	

資料 2

# 木質燃料燃焼灰の取扱いの 仕組みづくりについて(たたき台)

平成24年1月23日

株式会社 相愛  
福田 雄治

1

## 目次

1. 背景と問題
2. 対象及び制約条件
3. 木質燃料の焼却灰
4. 再生利用モデルの検討
5. ペレット化による再生利用の検討
6. まとめと課題
7. 提案

2

## 1. 背景と問題

### 1-1. 背景

- (1) 環境意識の高まり等により木質燃料の利用が進む
- (2) 事業活動から生じた灰(燃え殻)は掃除に加え産業廃棄物としての処理が必要
- (3) 処理には検査、運搬、処分等に係る費用と手間が発生
- (4) 利用者への負担増が木質燃料普及の障害の一つとなる

### 1-2. 問題の整理

木質燃料使用にて生じる焼却灰による利用者負担を軽減する仕組みを構築することで、木質燃料の利用拡大に資する

3

## 2. 対象及び制約条件

### 2-1. 対象とする焼却灰

有害物質に汚染されていない木材※から作られた木質燃料を木質燃料燃焼機器にて燃焼させたときに生じる灰であり、事業活動に伴うもの

※ 有害な化学物質により処理された木材、海中貯木された木材、建築廃材などの解体木材、砂礫付着が多い根株及び履歴不明な木材以外の木材をいう(資料1参照)

### 2-2. 制約条件

#### (1) 焼却灰の位置付けと処理方法

- ① 位置付け  
事業活動に伴って生じた燃え殻は「産業廃棄物」(廃棄物の処理及び清掃に関する法律)
- ② 処理手順  
重金属等の検査→産業廃棄物収集運搬業者→管理型処分場  
(ただし、検査値が一定値を超えると特別管理産業廃棄物として処理)

4

## (2) 再生利用

再生利用とは、廃棄物を原則として無償で譲り受け、原材料や資源として再利用すること。再生利用する者は、生活環境の保全上支障が生じないようにしなければならない  
(資料2参照)

## (3) 再生利用に関する認定、指定制度 (産業廃棄物)

区分	認定・指定者	根拠規定	許可が不要となるもの
再生利用認定制度	環境大臣	法 第15条の4の2	収集運搬業、処分業、施設設置
都道府県知事指定制度	都道府県知事	法 第14条第1項但書 規 第9条第2号	収集運搬業
		法 第14条第6項但書 規 第10条の3第2号	処分業

※ 法とは、廃棄物の処理及び清掃に関する法律  
※ 規とは、施行規則

5

## (4) 各制度の概要

区分	概要		
環境大臣による認定制度	再生利用の内容、再生利用を行う者、再生利用の用に供する施設が基準を満たしている必要がある		
都道府県知事指定制度	再生利用されることが確実にであると認められる廃棄物について、そのものみの処理を行う場合、知事が指定	一般指定	知事が政令市以外の地域において、再生利用することができるものとして指定したものであり、産業廃棄物処理業の許可は必要なし
		個別指定	一般指定された産業廃棄物以外の産業廃棄物を再生利用するときは、知事の個別指定を受けることによって、産業廃棄物処理業の許可を受けずに収集運搬や処分(再生利用)が行える

6

### (5) 認定・指定のポイント

再生利用については、その利用によって生活環境の保全上支障がないことが確実であるとともに、各種の品質基準等に適合するなど、資材等として利用することが適当なものでなければ認められない

### (6) 個別指定のポイント(高知県の場合)

- ① 誰が、
- ② どの灰を使って、
- ③ どこで、どのように再生し、
- ④ つくった物をどうするか

7

## 3. 木質燃料の焼却灰

### 3-1. 安全性

分析結果待ち  
過去の試験で結果も含めて整理予定

8

### 3-2. 木灰の利用方法(例)

- ・ コンニャクの凝固材
- ・ 灰干しワカメ、灰ワカメのまぶし
- ・ 陶磁器の釉薬
- ・ 台所用洗剤
- ・ 沖縄ソバのかん水
- ・ 藍染め用
- ・ 和紙の煮熟剤への利用
- ・ 味噌の種麴の製造

利用方法(例)は、公益財団法人東京都農林水産振興財団「木質バイオマスエネルギー事業化調査報告書」をもとに作成

9

### 3-3. ペレットボイラー焼却灰分析結果

石灰質肥料(炭酸石灰:アルカリ分53%)に近く、**カリに富む**

単位: %

No.	ペレット種類	K <sub>2</sub> O	アルカリ分	CaO	MgO
1	ホワイト	6.4	61.9	51.0	7.8
2	ホワイト	11.0	54.8	45.7	6.5
3	ホワイト	12.7	67.3	50.8	11.8
4	ホワイト	12.1	40.9	24.9	11.4
5	ホワイト	8.4	58.2	48.7	6.8
6	全木	14.3	56.2	47.4	6.2
7	全木	15.7	44.1	37.2	4.9
8	全木	22.0	28.3	22.0	4.5
9	全木燃焼灰ペレット	21.0	27.3	21.0	4.5
平均		13.7	48.8	38.7	7.2

注)1 アルカリ分は、CaO+MgO×1.4で算出

10



### 3-4. 類似品の流通(仕入)量

区分	流通(仕入)量	木質燃料消費量換算
炭酸石灰(アルカリ分53%)	4,124トン	743.4千トン※1
加肥質肥料(50%と仮定)	257トン	153.0千トン※2

※1 焼却灰が木質燃料の0.6%発生すると想定し、焼却灰のアルカリ分を49%として算出

※2 焼却灰が木質燃料の0.6%発生すると想定し、焼却灰のカリ分を14%として算出

流通量は県環境農業推進課調べ

県の木質バイオマス  
利用中長期目標  
280千トン

### 3-5. 小売価格

アルカリ分:51円/kg (ヒアリング結果から算出)

カリ:201円/kg (ヒアリング結果から算出)

(資料3参照)

### 3-6. 焼却灰の肥料としての価値(試算)

53円/kg(アルカリ分49%×51円/kg+カリ14%×201円/kg)

11

### 3-7. 施設園芸で発生する焼却灰

作物名	作型	作付面積 (ha)	加温温度 (°C)	燃料消費量	ペレット消費量	焼却灰発生量
				10 a あたり (L)	10 a あたり (kg)	10 a あたり (kg)
キュウリ	促成・半促成	94	12~13	6,703	13,406	80.4
ピーマン	促成	83	18	14,869	29,738	178.4
シシトウ	促成	55	20	18,338	36,676	220.1
ナス	促成	363	12	6,066	12,132	72.8
トマト	促成	47	10	3,921	7,842	47.1
インゲン	促成	35	15	10,084	20,168	121.0
ハウスしょうが		32	17	13,200	26,400	158.4
みょうが		115	19	16,585	33,170	199.0
スイカ	抑制・促成	33	17~18	14,035	28,070	168.4
メロン	3回作	104	20	18,338	36,676	220.1
ハウスミカン		56	18~24	16,585	33,170	199.0

注)1 作付面積は、平成16年度作物統計調査から引用(延べ面積のものは按分して実面積に換算)

注)2 燃料使用量は、南国市後免の気温データをもとにGMMSを用いて試算

注)3 ペレット消費量は、燃料1Lとペレット2kgのエネルギー量をイコールとして算出

注)4 焼却灰発生量は、ペレット消費量×0.6%として算出

12

### 3-8. 施設園芸で発生する焼却灰と肥料使用量

単位: kg/10a

作物名	作型	焼却灰発生量(試算)			施肥量(目安)		
		計	アルカリ分		アルカリ分	カリ	
			アルカリ分 (49.0%)	カリ (14.0%)		基肥	追肥
キュウリ	促成・半促成	80.4	39.4	11.3	79.5	30	40
ピーマン	促成	178.4	87.4	25.0		25	35
シシトウ	促成	220.1	107.8	30.8		30	30
ナス	促成	72.8	35.7	10.2		25	40
トマト	促成	47.1	23.1	6.6		20	20
インゲン	促成	121.0	59.3	16.9		18	10
ハウスしょうが		158.4	77.6	22.2		25(50)	15(6)
みょうが		199.0	97.5	27.9		-	-
スイカ	抑制・促成	168.4	82.5	23.6		15	-
メロン	3回作	220.1	107.8	30.8		13	-
ハウスミカン		199.0	97.5	27.9		14	6

注)1 施肥量のうちアルカリ分は高知県施肥基準を参考に10aあたり150kgの炭酸石灰(アルカリ分53%)を施用するとして算出した

注)2 カリの施肥量は高知県施肥基準の値

注)3 ( )は砂質土壌

13

## 4. 再生利用モデルの検討

### 4-1. 要件等整理

#### (1) 再生利用認定・指定のポイント

- その利用によって生活環境の保全上支障がないことが確実
- 各種の品質基準等に適合するなど、資材等として利用することが適当

#### (2) 個別指定のポイント(高知県)

誰が、どの灰を使って、どこで、どのように再生し、つくった物をどうするか

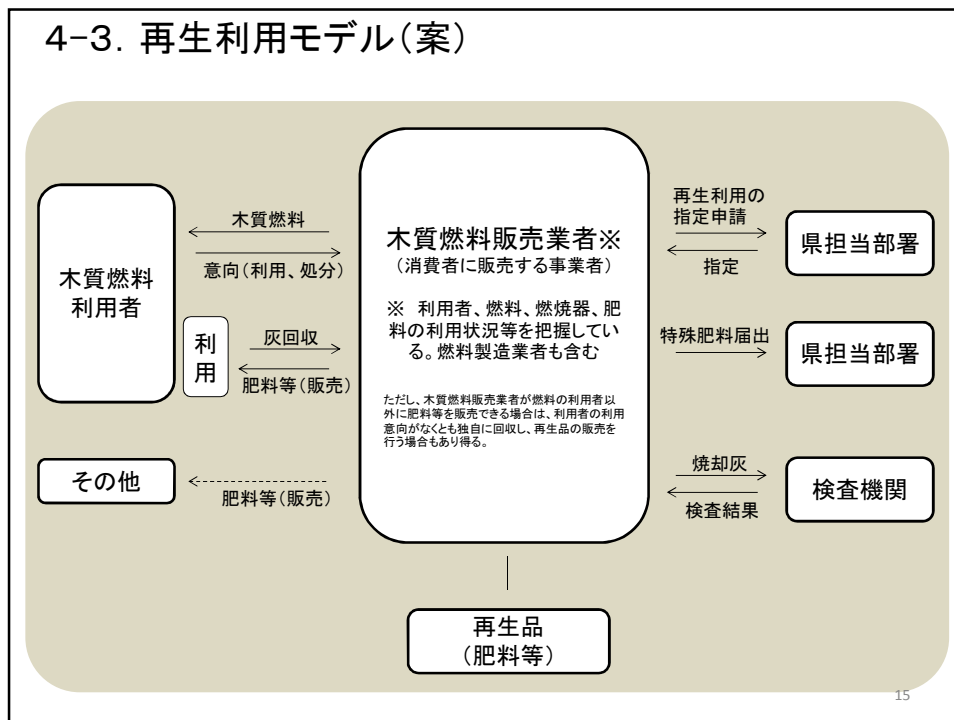
#### (3) 石灰資材(特殊肥料)として利用

### 4-2. コンセプト

- ① 安全が確認された灰であること
- ② 肥料(特殊肥料)として利用されること
- ③ 再生品が確実に利用されること

14

### 4-3. 再生利用モデル(案)



## 5. ペレット化による再生利用の検討

### 5-1. 目的

利用モデルに木質燃料焼却灰のペレット化による再生利用を適用し、問題が解決されるか確認する

### 5-2. ペレット化を検討する理由

- (1) 製品になった時、焼却灰の性質が製品にのこらない
- (2) 施肥時にほこりが立たず、利用しやすい
- (3) 圧縮による減容効果がある

### 5-3. 検討方法

- (1) 植害試験
- (2) 再生コスト(試算)
- (3) 利用者評価

## 5-3. 結果

### (1) 植害試験

植害試験とは、肥料や土壌等に含まれる重金属等の有害性を、植物の生育状況を観察することにより総合的に判断するもの。含有成分が不明な土壌や、新たに生成された堆肥等の安全性等が確認できる

#### ① 試験方法

##### ア. 試料

番号	燃 料	燃焼装置	灰採集方法	ペレット化
1	A社製 全木ペレット	C社製 ボイラー	貯蔵設備内の焼却灰をよく混合した上で、一定量を採取(11/24日採取)	(株)垣内西工場にて、垣内製粒造くん「ミニ」(造粒能力: 150kg/hr、造粒径φ8mm)を用いてペレットを行った(11/25)
2	B社製 ホワイトペレット	D社製 ボイラー		

##### イ. 試験方法

植物に対する害に関する栽培試験の方法

##### ウ. 実施機関

財団法人 日本肥糧検定協会へ委託

17

#### ② 結果

結果は2月中

18

## (2) 再生コスト(試算)

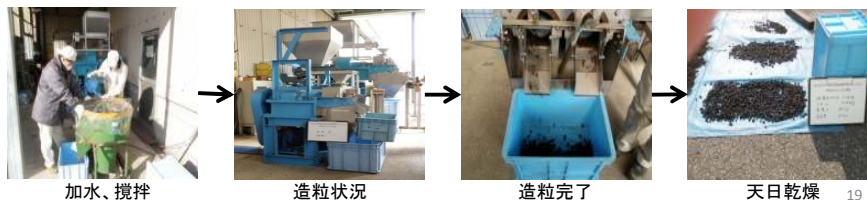
造粒機を用いて焼却灰をペレット化をし、再生コストを把握する

### ① 試験方法

ア. 試料、ペレット製造

番号	燃料	燃焼装置	ペレット化
1	A社製 全木ペレット	C社製 ボイラー	(株)垣内西工場にて、垣内製粒造くん「ミニ」(造粒能力:150kg/hr、造粒径φ8mm)を用いてペレットを行う(予定)
2	B社製 ホワイトペレット	D社製 ボイラー	

### イ. 試験手順



### ② 試験結果

ア. ペレット化による再生コスト(予想)

区分	単価(円/kg)	算出方法
1. 人件費	19.8円	① 作業員単価:13,600円/日 ② 作業日数:21日 ア. ペレット化:15日(18,000kg÷150kg/時÷8時/日) イ. 袋詰:6日(18,000kg÷20kg/袋×3分/袋÷480分/日) ③ 人件費:作業員単価×作業日数×1.25※ ※ 0.25は <b>社会保険料等</b> ④ 単価:人件費÷製造量(18,000kg)
2. 初期費用	70.8円	別表参照
3. 消耗品費	7.3円	
4. 電気代	7.6円	
5. 諸経費	31.7円	
計	137.2円	

注)1 袋詰めに係る機器購入費、電気代、袋代等は考慮していない

## イ. コスト比較

単位：円

区分	再生利用しない	ペレット化して再生利用
回収費	1,600	1,600
成分分析費	2,100	2,100
処分費	2,250	—
再生費(品)	—	20,580 (137.2円/kg × 150kg)
肥料購入費	7,950	—
計	13,900	24,280

注)1 焼却灰発生量は150kg/10a、肥料使用量は150kg/10aと仮定

注)2 回収費と成分分析費は、100台を取りまとめた仮定した概算の金額

注)3 回収費は4t車1台40千円、成分分析費は210千円/回と仮定

(回収費: 40千円/台 × 4台 ÷ 100台、成分分析費210千円 ÷ 100台)

注)4 ペレット化して再生利用には、袋詰めに係る機器購入費、電気代、袋代等は考慮していない

21

## 別表

区分	値	単位	区分	値	単位
ペレット製造コスト:①+②+③	85.65	円/kg	消耗部品:②	7.28	円/kg
イニシャルコスト:①	70.82	円/kg	ダイス	6.65	円/kg
本体価格	3,500,000	円	スライドプレート	0.49	円/kg
機械付帯設備	3,086,200	円	ペレットカッター	0.14	円/kg
電気設備		円			
その他	646,000	円	電気代:③	7.55	円/kg
消費税5%	361,610	%	総動力	8.3	kW
合計	7,593,810	円	基本料金	1,235	円/kW
金利	5%		1kW当たりの単価	13	円
償却期間	7	年	作業時間	120	時間
年間償却費	1,274,675	円	年間電気代		
造粒機生産能力			基本料金	123,006	円
処理能力	150	kg/時間		6.83	円/kg
年間生産量	18,000	kg/年	従量料金	12,948	円
				0.72	円/kg

出典:安芸市他「安芸広域「緑の分権改革」推進事業委託業務(木質バイオマス)報告書」より

22

### (3) 利用者調査(2月頃実施)

#### ① 試験方法

木質燃料利用者

農家

提示

<焼却灰ペレット>



<各種情報>

- ① 安全性
- ② 肥料成分
- ③ 植害試験結果
- ④ コスト比較 等

#### ② 試験結果

予想 価格が高いなどの理由から、再生利用に前向きな回答が得られない

23

## 6. まとめと課題

- ① 目的は木質燃料の利用拡大
- ② 問題は、利用者負担を軽減できるか
- ③ 焼却灰を肥料として再生利用するモデルを検討
- ④ ペレット化による再生利用を適用
- ⑤ ペレット化による再生利用では利用者負担の軽減にはならない(問題解決にはならない)

24

## 7. 提案(したいこと)

### 7-1. 問題意識

問題は、木質燃料利用による負担を軽減し、利用を拡大すること

区分	再生利用しない	再生利用	
		ペレット化(袋詰)	ペレット化しない(袋詰)
回収費	1,600	1,600	1,600
成分分析	2,100	2,100	2,100
処分費	2,250	—	—
再生費(品)	—	20,580	1,110
肥料購入費	7,950	—	—
計	13,900	24,280	4,810

注)1 袋詰めに係る機器(資料4参照)購入費、電気代、袋代等は考慮していないため、再生費は一定上昇する

### 7-2. 提案

多少扱いづらくても、木質燃料利用者がメリットを得られる方法を選択し、運用してはどうか

問題解決

25

以上、ご清聴ありがとうございました。



26



## 高知県木質バイオマスエネルギー利用促進協議会規約

(目的)

第1条 高知県産木質バイオマスエネルギーの利用を拡大することにより、地域環境の保全と産業の振興をはかることを目的として、課題を出し合い、対応策を協議するため、「高知県木質バイオマスエネルギー利用促進協議会(以下「協議会」という。)」を設置する。

(所掌事項)

第2条 協議会は、次に掲げる事項について協議する。

- (1) 木質バイオマスエネルギーの供給に関する事項
- (2) 木質バイオマスエネルギーの利用に関する事項
- (3) 木質バイオマスエネルギーの経済性確立に関する事項
- (4) その他県内の木質バイオマスエネルギーに関する事項

(部会の設置)

第3条 協議会内には供給部会と利用部会を設置する。

(委員及び組織)

第4条 協議会の委員は、供給部会と利用部会から選出されたそれぞれ5名以内の幹事に加え、学識経験者数名をもって構成する。

(委員の任期)

第5条 委員の任期は、2年間とする。

(会長及び副会長の選任)

第6条 協議会には、会長及び副会長各1名を置く。

- 2 会長及び副会長は委員の互選により定める。

(会長及び副会長の職務)

第7条 会長は協議会を代表し、協議会の会議を主宰する。

- 2 副会長は、会長を補佐し、会長が不在の時は会長の職務を行う。

(会議)

第8条 協議会の招集は会長が招集し、会議の議長となる。

- 2 協議会の会議は、委員の過半数の出席がなければ成立しない。

(庶務)

第9条 協議会の庶務は、高知県林業振興・環境部木材産業課で行う。

(その他)

第10条 この規約に定めるもののほか、協議会の運営に関し必要な事項は協議会に諮り定める。

附則

- 1 この規約は、平成23年4月1日から施行する。

高知県木質バイオマスエネルギー利用促進協議会  
グリーン熱証書の取り扱いに関する規程（案）

（趣旨）

第1条 高知県木質バイオマスエネルギー利用促進協議会（以下「協議会」という。）規約第2条第1項の（3）に規定する木質バイオマスエネルギーの経済性確立のため、木質バイオマス利用者（以下、熱事業者という）の負担軽減に寄与するグリーン熱証書の取り扱いについて、必要な事項を定める。

（定義）

第2条 この規程でグリーン熱証書とは、グリーンエネルギー認証制度における第三者認証機関であるグリーンエネルギー認証センターが認証し、証書発行事業者が発行する、木質バイオマスボイラー熱利用施設により生成した熱量を示した証書をいう。

（熱事業者の条件）

第3条 この規程で対象とする熱事業者は、協議会の会員であることを条件とし、協議会規約及び本規程に掲げる事項を遵守しなければならない。

（協議会の役割）

第4条 協議会では、地球環境の保全と地域産業の振興につながる再生可能エネルギーである木質バイオマスエネルギーの利用を促進するために、グリーン熱設備認定及びグリーン熱認証手続きについて、証書発行事業者と熱事業者との間で、環境価値の移転や対価の支払い等のとりまとめを行う。

（グリーン熱収入の用途）

第5条 熱事業者は、グリーン熱による収入を施設を維持するための費用（木質バイオマス燃料の購入、燃焼灰の処理・再生利用等）として活用しなければならない。

（庶務）

第6条 協議会の庶務は、高知県林業振興・環境部木材産業課で行う。

（その他）

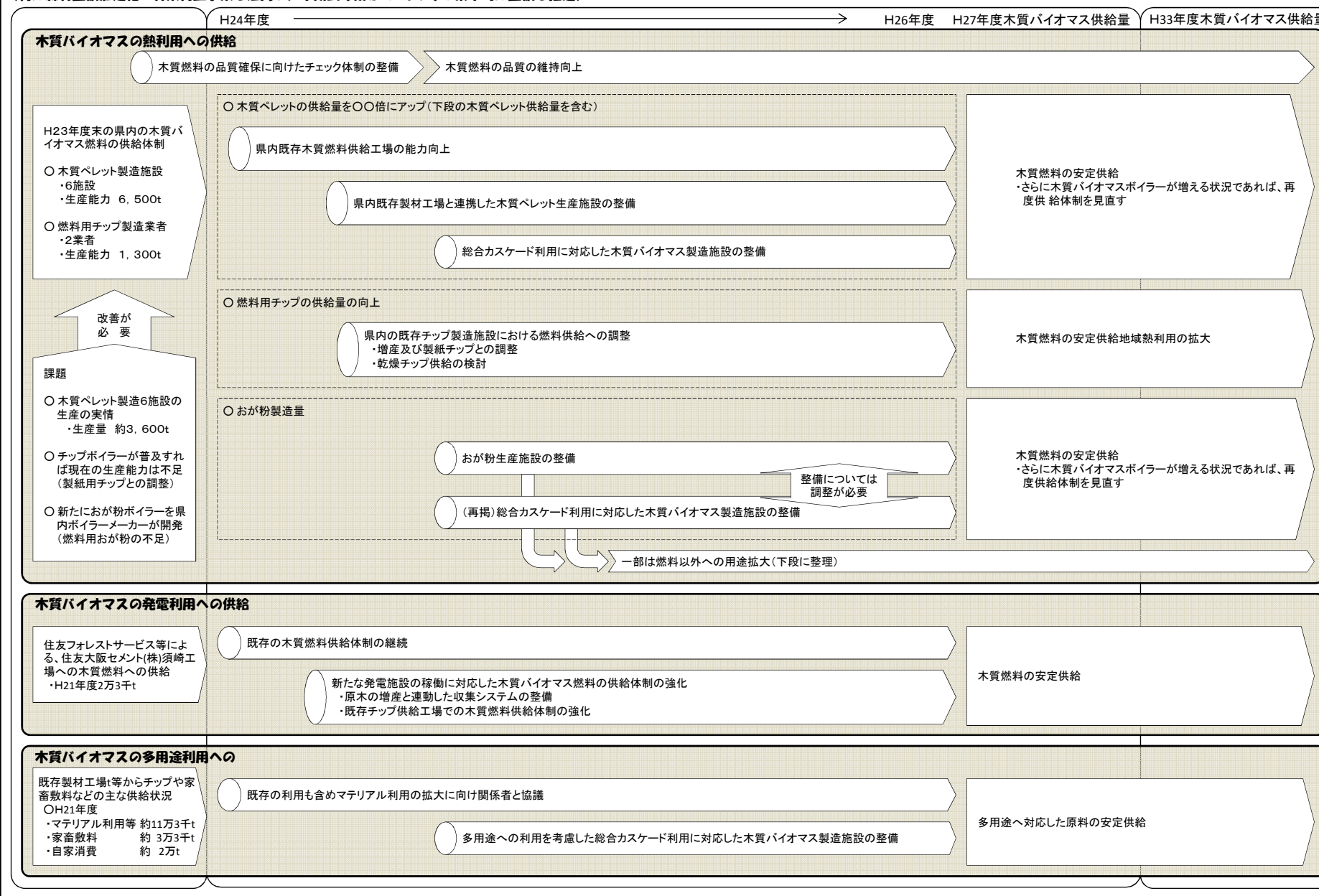
第7条 この規程に定めるもののほか、グリーン熱証書の取り扱いに関し必要な事項は協議会に諮り定める。

附則

1 この規約は、平成24年 月 日から施行する。

## 5. 利用の拡大に対応した供給態勢の整備

(特に森林整備加速化・林業再生事業を活用し、平成24年度からの3ヶ年で集中的に整備を推進)



「木質ペレット品質規格」策定に関する項目基準値の根拠と背景および製造上の注意点について

—木質ペレット供給安定化事業報告書抜粋（社）日本木質ペレット協会—

○調査ペレット

バークペレット 2 製品、全木または混合ペレット 9 製品、ホワイトペレット 12 製品  
製品に記載された原料含水率 7~15%

○使用した成型機

リングダイ方式 16（日本製 1、欧米製 13、台湾・中国製各 1）

フラットダイ方式 7（日本製 5、ドイツ製 2）

ダイ径 6mm台（2 1社） 7mm台（2 社）

L/D 比 リングダイ（4.5~7.5、平均 6.1）

フラットダイ（3.8~4.6、平均 4.2）

■ペレットの外観

・濃黒褐色ペレットの混在する要因について

成型過程でダイ内での滞留時間が長く、長時間にわたって温度および圧力の影響を受けたこと。

① ダイ孔の L/D が大きい時

② ペレタイザーの生産能力に対して原料供給量の少ない時

③ 原料含水率が低い時

などに発生しやすい。淡色ペレットに比較して単体密度が高く、不完全燃焼になりやすいため発生に注意する。

■微粉率と破片率

・微粉、破片を少なくするための注意点

① 原料含水率の適正化

ペレット成型の要素（熱、圧力、水）のうちペレット原料粒子間の結合力発生には水分が作用する。しかし原料含水率が高くても低くても十分な結合力は発現できず、適正な含水率範囲は意外と狭い。しかもそのスポットは原料の種類によっても変化する。ペレットを固く成型するために原料含水率を低くしがちであるが、含水率が低くて粉の多い場合は、ペレタイザー投入前の原料に注水あるいは加湿することにより解消されることが多い。含水率が高くて粉が多い場合には逆に原料を乾燥する必要がある。

② 篩分け機能の強化

ペレットは成型後、篩い分け→冷却→計量・袋詰め工程を経る。篩い分け工程での粉塵仕分けが十分であるか否かのチェックが必要。続く冷却→計量・袋詰め工程でもペレットは移動、堆積、落下などによりダメージを受けるため、計量・袋詰めの前に再度の篩い分け工程を導入することも考慮に値する。

■直径、長さ

・直径はダイの径によって決まる。

・長さの上限はスクルーフィーダ等の移動やサイロ内のブリッジ等トラブルを生じないために設けてある。

・長さの下限については特に設けていないが、3~5mmの直径より短いペレットが製品内に多くある場合、利用に際しては移送上のトラブル発生、燃料過剰供給や不完全燃焼などにつながる懸念があり、できれば製造条件の改善で短いペレットの生成を抑制することを望む。

○短いペレットのできる条件と特徴

比較的含水率の低い原料を、詰まらせ気味に強引に押し出し成型した時によく見られ、高い単体密度とかさ密度を持つのが特徴である。

■含水率

・発熱量の多少に関係する重要な項目で、含水率が低いほど高い発熱量が期待できる。欧米基準の上限に合わせて 10%とした。

・木質ペレットの成型には適正な圧力と温度および水分が不可欠である。

○原料含水率とペレット品質の関係

使用する成型システム（具体的にはリングダイかフラットダイ、およびダイの仕様）や原料の種類によって条件が変わることを考慮した製造条件設定が前提

① ペレットのかさ密度は、原料含水率が低くなるほど大きくなり、5~10%の間で最大となる。それより低くなると急激に低下し、成型できなくなる。

② ペレットの壊れにくさ（粉化度）は原料含水率が最適の時に最小となり、それからプラス・マイナスいずれの方向に外れても壊れやすくなる。この最適含水率（スイートスポット）の幅は狭いばかりでなく、成型システムや原料によりその値は移動する。

## ■かさ密度

・木質ペレットは薪やチップ燃料に比較してかさ密度が高いことが特徴で、運搬効率がよく、貯蔵スペースが小さくてすみ、エネルギー密度（容積あたりの発熱量）が大きいなどの利点を持つ。

### ○かさ密度の上限について

協会が平成20年度に実施した市販木質ペレットの燃焼試験において、かさ密度  $740\text{kg/m}^3$  のペレット製品は、その単体密度が関係して燃焼速度が遅くなり CO 発生量を多くすることが明らかにされ、かさ密度の上限値についても規制する必要があるが指摘された。

## ■粉化度

・粉化度は先の微粉率、破片率とは異なり、壊れにくさを示す指標である。調査したペレットは1製品を除き1%未満であった。欧米では同種の指標として機械的強度、耐久性、摩耗度と称して回転式角型容器にペレット 500g を入れて10分間回転後篩にかけて残ったものの重量割合による方法をとっている。

## ■単体密度

・ペレット原料に使用される木材の密度は通常  $0.3\sim 0.6\text{g/cm}^3$  の範囲にあるが、圧密により木材中の空気が排斥されて固められ高密度のペレットとなる。ペレット単体の密度（単体密度）は  $1\text{g/cm}^3$  以上で、木材の真比重（木材から空気、水分の全てを除いた木材実質の比重）である  $1.5\text{g/cm}^3$  を超えることはない。

ペレットの単体密度は粉化度、かさ密度、燃焼性などに直接影響する最重要指標であるが、正確に測定するのが難しいため規格原案では規定されなかったが、今回比較的簡便な方法で求められるようになり、必要に応じて規格化することも可能である。

### ① 微粉率・粉化度と単体密度の関係

単体密度の増加は構成粒子間の緊密性を高め、通常、微粉率や粉化度を低くする方向に作用する。ただし今回調査した製品の単体密度と微粉率、粉化度との関係から単体密度  $1.15\sim 1.35\text{g/cm}^3$  の範囲では明確な関係は認められない。単体密度が約  $1.2\text{g/cm}^3$  以上であれば微粉率、粉化度は低く抑えられることを示唆した。言い換えれば微粉率を低く抑えるために単体密度をむやみに高める必要はないことを示す。

### ② 長さとの関係

原料、製造条件が等しいペレットでは、単体密度が低いと折れやすく短いペレットが生成するが、密度の増加により長くなるのが容易に理解できるが、調査したペレットの場合は製造条件が異なるためこのような関係を導くことはできなかった。

### ③ 含水率との関係

含水率の低いものほど高い単体密度を示す傾向が見られる。これは原料含水率が低いほど単体密度の高いペレットになると解釈する。通常、ペレット含水率は原料含水率より約 2%低い程度である。したがって単体密度を高める手段として原料含水率を低くすることは有効であるが、原料含水率が 10%を切る辺りから水分不足により内部結合力が発生しなくなり、粉が多くなるので注意を要す。

### ④ かさ密度との関係

単体密度は直接かさ密度に関係する。今後データが蓄積され、両者の関係が信頼できるものになれば、比較的容易にまた正確にかさ密度を単体密度の間接指標として用いることができる。

## ■発熱量

・調査したペレットではホワイトペレットと全木ペレット間で明瞭な差は認めにくい、バークペレットは明らかに低い値を示した。各製品の高位発熱量はいずれも規格原案の規格値  $16.9\text{MJ/kg}$  ( $4,040\text{kcal/kg}$ ) を大幅に上回った。したがって規格原案の発熱量規制値は低すぎるため、適正な値に改正する必要がある。

## ■灰分

・調査したバークペレット、ホワイトペレット及び全木ペレットの灰分の平均値はそれぞれ 3.47%、0.40%、0.63%であった。欧州規格最終案の基準値に照らしてホワイトペレットは最も基準の厳しい A1 (0.7%以下) に該当したが、バークペレットでは最も基準の緩い B (3.5%以下) の基準値を超えるものがあつた。

## 木質ペレット品質規格制定の経緯（木質ペレット品質規格作成の経緯より抜粋）

平成 20~22 年度の 3 年間にわたり規格原案に対する科学的な検証を基にし、品質項目の見直しとその基準値の修正について検証してきた。国内の木質ペレットは 100 近い小規模工場が、多様な樹材種、性状の異なる原材料を用いて製造しており、品質バラツキが大きく、燃料としての安全性や効率性に対し疑問視されることがある。

世界的に木質ペレットは国際商品になりつつあり、EU においては木質ペレット規格（EN 規格）最終案が公表され、実質的に国際的な規格として先導しつつある。

こうした現状を踏まえ EN 規格との整合性をも加味しつつ、国内の状況を踏まえて協議し、平成 23 年 3 月 31 日、ストーブ燃料及びボイラ燃料を対象とした「**木質ペレット品質規格**」を制定した。

## 品質基準の比較

No. 3

品質項目		単位	新規格基準			原案規格基準
			A	B	C	
寸法	直径呼び寸法 D	mm	6、(7)、8			寸法区分 1 : 直径 6 以上 7 未満、かつ長さ 25 以下のものが 95%以上 寸法区分 2 : 直径 7 以上 8 未満、かつ長さ 25 以下のものが 95%以上 寸法区分 3 : 直径 8 以上、かつ長さ 25 以下のものが 95%以上
	長さ L	mm	L $\leq$ 30 が質量で 95%以上で、かつ L>40 が無いこと			
かさ密度 BD		kg/m <sup>3</sup>	650 $\leq$ BD $\leq$ 750			550 以上
粉化度(2.8mm 以下の微粉)		%	—			粉化度区分 1 : 1.0 未満      粉化度区分 2 : 1.0 以上 2.0 未満
含水率(湿量基準含水率)U		%	U $\leq$ 10			含水率区分 1 : 10.0 未満      含水率区分 2 : 10.0 以上 15.0 未満
微粉率 F		%	F $\leq$ 1.0			—
機械的耐久性 DU		%	DU $\geq$ 97.5			—
発熱量	高位発熱量	MJ/kg	$\geq$ 18.4(4,390kcal/kg)	$\geq$ 17.6(4,200kcal/kg)		高位発熱量として 16.9(4,037kcal)以上
	低位発熱量	MJ/kg	$\geq$ 16.5(3,940kcal/kg)	$\geq$ 16.0(3,820kcal/kg)		
灰分 AC		%	AC $\leq$ 0.5	0.5<AC $\leq$ 1.0	1.0<AC $\leq$ 5.0	灰分区分 1 : 1.0 未満      灰分区分 2 : 1.0 以上 2.0 未満      灰分区分 3 : 2.0 以上 8.0 未満

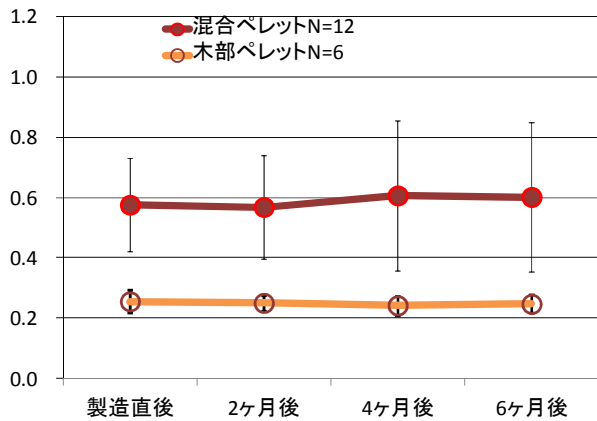


図1 灰分量の経過

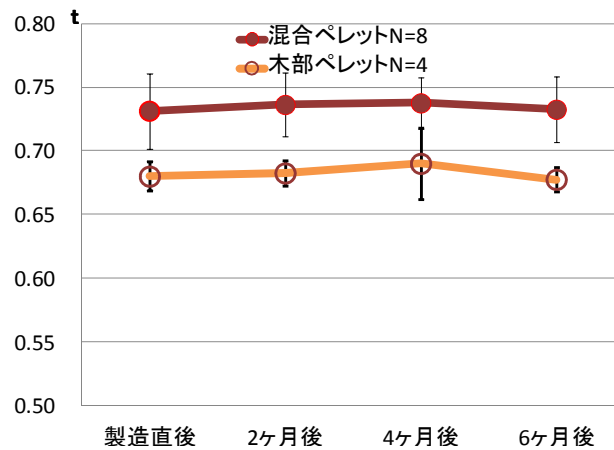


図2 かさ密度の経過

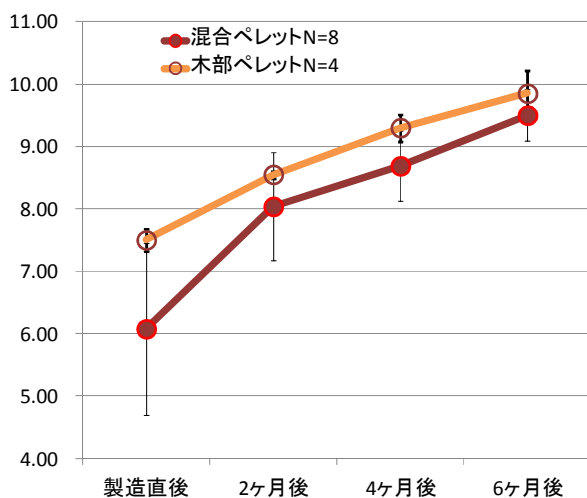


図3 含水率の経過

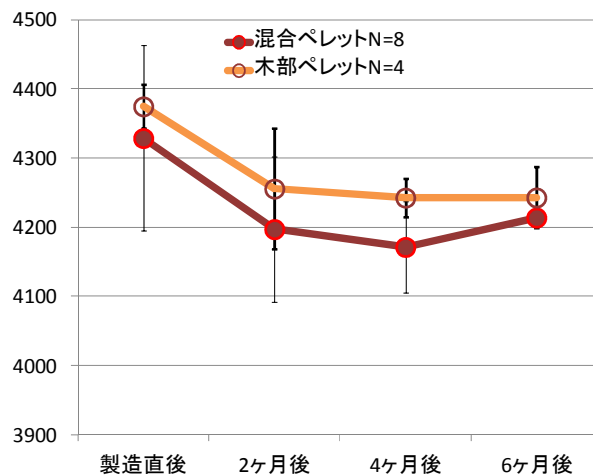


図4 低位発熱量の経過

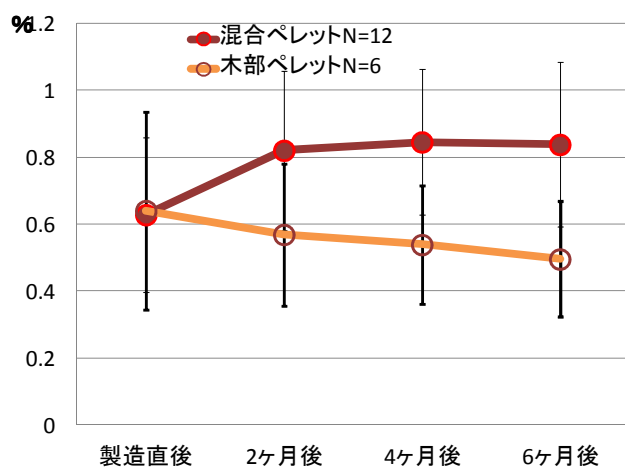


図5 粉化度の経過

# 加熱による木材成分間結合の変化について(森林総合研究所成果集より)

## 前章の実験結果から

成型された木質ペレットを水に浸漬すると静置状態でも膨潤が起こりペレットとしての形状を維持できなくなることが明らかとなった。

木質ペレットは比較的弱い結束により形状を維持していることが示唆された。

## フーリエ赤外吸光スペクトル (FTIR) による実験

木質ペレットの成型性に関与する因子として水素結合に着目し、木質ペレット成型温度下で起こる木材成分間水素結合の変化をフーリエ赤外吸光スペクトル (FTIR) により追跡した。

## 既存の報告

微結晶セルロースに含まれる水素結合の強度変化が比較的低温の熱処理においても起こる。

ペレットの成型性には、含水状態で加熱することにより起こる成分リグニンの熱軟化と関係がある。

## 示差走査熱量分析 (DSC) による含水木粉の測定

DSC曲線において明確な吸熱ピークが観察されないことから含水木粉に含まれる水は自由水ではない。

木材の軟化現象が木材成分のガラス転移温度 ( $t_g$ ) に起因する場合、相対する温度領域で可逆熱容量を示すDSC曲線の基線が吸熱側に移動するが、今実験では見られなかった。

含水木材を加熱した場合でも、木質ペレットの成型温度下では、DSCで検出できるレベルでの木材成分の  $T_g$  による軟化は起こっていないと考えられる。

## 結果要約

木材の成分間水素結合がペレット製造時温度下(フラットダイで約70~90°C)の加熱でも変化することが明らかとなった。また水素結合の変化は、重水素置換を受けやすい領域でより顕著であると考えられる。ペレット製造時には温度と共に試料に大きな圧力がかかる。加熱により成分間の水素結合力が弱まった状態に外圧が掛かることで新たな水素結合が形成され、ペレットの成型が進行すると推測している。また加熱による成分のガラス転移は観察されなかった。

## 今後の問題点

本実験では高圧条件での軟化を調べることができなかったことから、実際の木質ペレットの成型と木材成分の軟化現象の関係に言及することはできなかった。