

2023年11月3日 IISORA11回シンポ 飯舘

森林汚染と再生の途、汚染土壌再利用、 バイオマス発電／ 飯舘の復興の課題

糸長浩司

環境建築・農村計画

NPO法人エコロジーアーキスケープ 理事長
飯舘村放射能エコロジー研究会 共同世話人

日本建築学会原発長期災害対応特別研究委員会 委員長

1. 飯舘村と30年の関り、放射能汚染された農村地域での暮らしをどう築いていけるのでしょうか

- ・約30年前からの飯舘村との関り
- ・2つの総合振興計画、炭焼きイベント、までいな暮らし普及センターづくり等、村民と行政の協働の村づくり
- ・20年近く日大の研究室の学生たちの夏季合宿
- ・自然と共生した自立型のむらづくりが一步一步実現しつつ

★原発災害、村一体が放射能汚染

- ・発災直後から、二地域居住システムの提案
- ・「災害ユートピア」→村民たちの「負けねど飯舘!!」を支援、「健康手帳」配布や集い開催
- ・現在、帰村者と二地域居住者により村は維持されている。
- ・「二重住民票」等の政策的対策必要
- ・原発災害は、こういう異常な長期的災害であり、それに即した法制度、長期的復興施策(ハード、ソフト)必要
- ・復興政策の革新が必要

1. 飯舘村と30年の関り、

放射能汚染された農村地域での暮らしを

どう築いていけるのでしょうか

飯舘村の集落住民と行政の協働による村づくりの歴史(1990年代から関り)

住民と行政の協働によるエコロジカルで、手づくりの村づくり

までい(真手、じっくりゆっくりの東北弁)なむらづくり 2004年(第5次)

新エネルギープランと木質エネルギー(チップボイラー)活用

地区別評価のワークショップ



地区別計画評価発表会



飯舘村 第5次総合振興計画 2004年

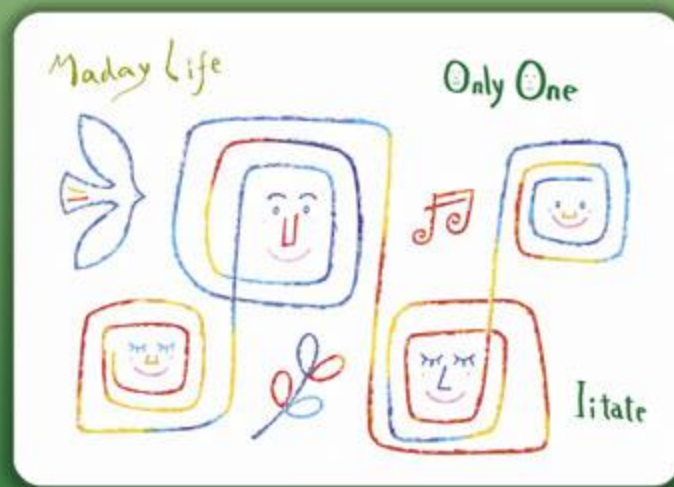


飯舘村第5次総合振興計画

大いなる田舎 まていライフ いいたて

～ 素敵な笑顔と心地よい汗で

「まかせる村」から「かかわる村」へ～



ダイジェスト版

平成16年6月

いいたてむら

©KOJI ITONAGA

分散型再生可能エネルギーの地産地消



役場の太陽光発電

エコライフ学習センター



福島県内で最初に導入したデンマーク製の木質チップボイラー

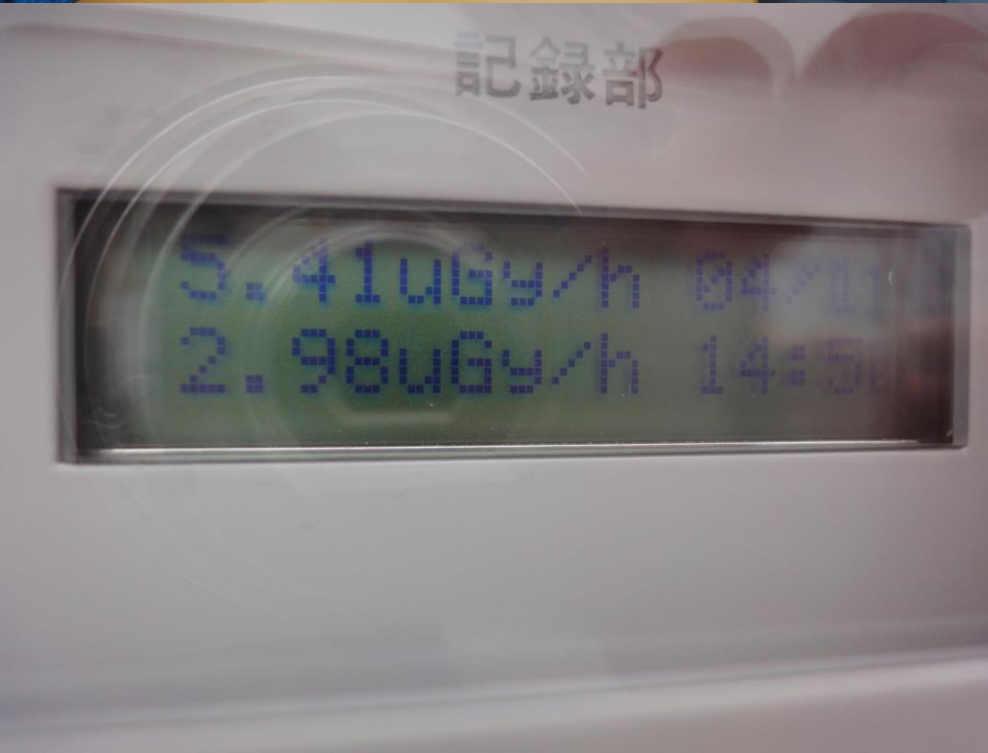
・震災の石油不足で活躍！



伝統的な自然エネルギー



子ども向け自然エネルギー教室にも注力！



「負けねど飯舘」との打ち合わせ風景 2011年6月23日 飯舘村にて



福島県文化センター小ホール

10月4日（火）午後7時～午後9時

緊急集会

2011年

主催：「負けねど飯館」、NPO法人 エコロジー・アーキスケープ

- ① 今中哲二 （京都大学原子炉実験所助教）
 - ② 遠藤暁 （広島大学大学院工学研究員准教授）
 - ③ 菅井益郎 （國學院大学経済学部教授）
- 以上、飯館村周辺放射能汚染調査チーム
- ④ 糸長浩司 （日本大学生物資源科学部教授）
- 飯館後方支援チーム
- ⑤ 長谷川健一 （前田地区 区長、酪農家）
 - ⑥ 菅野哲 （負けねど飯館！！）
 - ⑦ 佐藤健太 （負けねど飯館！！）



除染の効果と限界

飯舘村前田地区
S邸 宅地及び周
囲の山林の空間
線量分布図
地上 約1m
2015年7月

日大・糸長研究
室

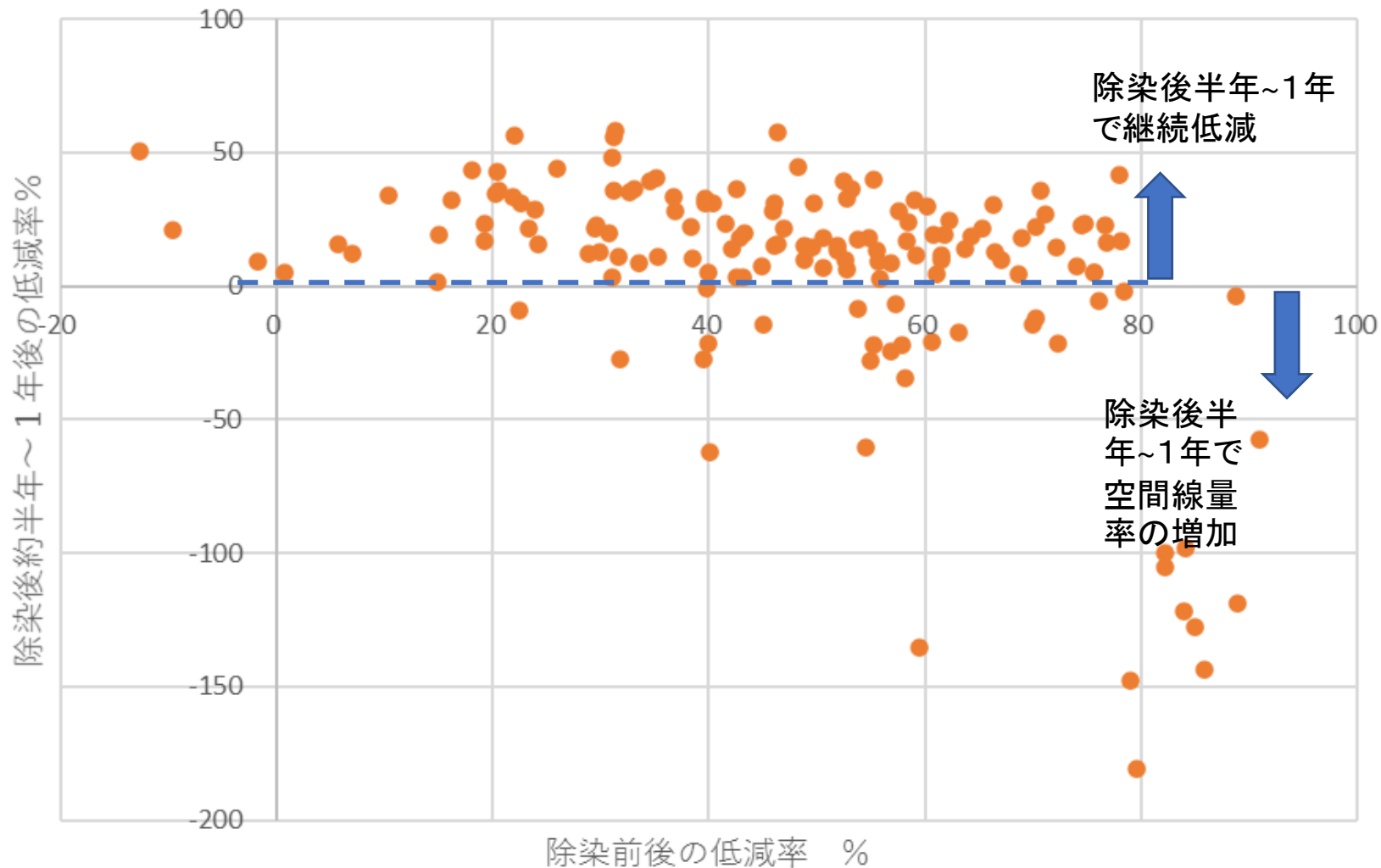


2. 森林に囲まれた住宅の汚染は継続しています

- ・飯舘村は75%以上が森林
- ・森林は住宅や道路周囲の20mの落ち葉除染(土壌は非除染)のみ
- ・その麓の住宅、農地を再度の汚染が襲う
- ・飯舘村12軒の住宅で除染後の半年～1年後で、
空間線量率が増加する宅地は23%
→周囲が山林であることが大きな要因

- ・南部の汚染の高い山間地域の住宅
裏山の下
の住宅裏の空間線量率は高く
自然減衰推定値に比較して測定値の方が高い
除染後も森林からの落ち葉や土壌の流下堆積
裏山の土壌表面は $2.1\mu\text{Sv/h}$ あり、
土中Cs137量は表層5cm層では4万Bq/kgと高く、
5～10cm層でも約1万Bq/kgと高い。
山際の宅地7の表層5cm層でも1.4万Bq/kgです。

12軒（151測点） 空間線量率の除染前後低減率と 除染後約半年～1年後の低減率比較



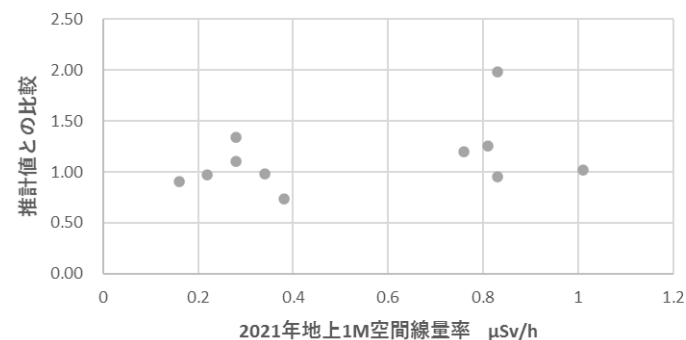
空間線量率の変化 住宅維持

地点	測定値 $\mu\text{Sv/h}$			低減率 %			測定値 $\mu\text{Sv/h}$				2015→ 2021年 自然減衰 の推計値 1 m	測値/ 推計値	
	h2607 除染前	h2705 除染後	h2710 今回	前→後	前→今回	後→今回	h2607 除染前	20211113測定 地面	1m	2m			
1	3.11	2.47	1.59	21	49	36	3.11	1.13	0.83	0.71	0.87	0.95	
2	1.11	0.93	0.63	16	43	32	1.11	0.33	0.34	0.37	0.35	0.98	
3	1.7	1.2	0.94	29	45	22	1.7	0.37	0.38	0.41	0.52	0.74	
4	1.01	0.42	0.32	58	68	24	1.01	0.16	0.16	0.24	0.18	0.91	
5	0.9	0.51	0.41	43	54	20	0.9	0.16	0.22	0.27	0.23	0.98	
6	1.46	1.14	0.76	22	48	33	1.46	1.27	0.83	0.65	0.42	1.99	
7	2.5	1.35	1.15	46	54	15	2.5	1.53	0.76	0.54	0.63	1.20	
8	1.8	0.52	0.38	71	79	27	1.8	0.24	0.28	0.31	0.21	1.34	
9	1.6	0.76	0.46	53	71	39	1.6	0.34	0.28	0.33	0.25	1.11	
10	3	2.3	1.8	23	40	22	3	0.75	1.01	0.74	0.99	1.02	
11	2.5	1.43	1.17	43	53	18	2.5	0.64	0.81	0.65	0.64	1.26	
12							裏山土コア			2.1	1.3	1.23	
13							裏山土コア			1.87	1.15	1	

今回測定の高さの放射線量($\mu\text{Sv/h}$)測定位置<地表>



2021年地上空間線量率と推計値の比較



土中5cm層単位で30cm深までの Cs137残存量 Bq/kg量

場所	表面線量 $\mu\text{Sv/h}$	深さ等	Cs137Bq/kg
山側土	2.1	0-5cm	40577
		5-10cm	9761
		10-15cm	318
		15-20cm	46
		20-25cm	22
		25-30cm	24
地点7土	1.53	0-5cm	13688
		5-10cm	1451
		10-15cm	434
		15-20cm	159
		20-25cm	83
		25-30cm	8

今回測定の高さの放射線量($\mu\text{Sv/h}$)測定位置<地表>



場所	表面線量 $\mu\text{Sv/h}$	物	Cs137Bq/kg
		裏山落葉	7130
		住宅西土壁	213
		ため池泥	6903

3. 森林の樹木、土壌汚染継続、深刻な汚染

飯舘村佐須地区の農場の裏山の樹木下の土壌を2022年7月測定
 丘の檜大木直下の表層土壌はCs137が40,510Bq/kgと非常に高い
 樹幹流(雨にによる幹を流れる水)による土壌へのCs堆積



樹木の放射能汚染の継続と土壌濃縮

Google Earth

2022年
 7月29日
 飯舘村佐須
 菅野哲農場
 裏山頂上
 檜

		セシウム137 Bq/kg	
檜下部樹皮	表土 $\mu\text{Sv/h}$		1,496
山頂檜下表土	1.9	表土	40,510
		土壌深さ	セシウム137 Bq/kg
山頂檜下土	1.05	0-5cm	9,990
		5-10cm	555
		10-15cm	93
		15-20cm	49
		20-25cm	17
		25-30cm	nd 14.2
		0.18	誤差

・高木の檜、表土で $1.9\mu\text{Sv/h}$
 樹木直下の汚染土
 セシウム137 4万Bq/kg
 ・雨で樹幹流での汚染樹皮が洗われ
 樹木下土壌に高濃度濃縮

itonagakoji@outlook.jp

4. 試験植林の6年後、生育した樹木には放射能はほぼ移行しない。森林再生の展望は？

2017年6月、佐須菅野哲農場端の里山麓(表層除染済)に杉植林

↓

6年後の2023年5月に伐採

土壌は表層5cm層1.3万Bq/kg、5～10cm層で8500Bq/kg

樹木には2～16Bq/kgで、移行率は0.02～0.1%

2015年に伐採した汚染杉の土壌との比率は1.6～18%

汚染土壌からの放射性セシウムの移行はほとんどない

除染済の農地での農産物と同様傾向、移行率は低い

汚染森林での汚染された樹木の管理・処理を今後どうするか
植林による森林再生の可能性はある。

しかし →伐採した汚染樹木の処理？

測定時期と場所		樹木の部位のCs137 Bq/kg				土壌Cs137 Bq/kg				
場所と時期	部位	葉	樹皮	辺材	心材	0-5cm	5-10cm	10-15cm	15-20cm	平均
佐須哲農場 北 森林杉7、 2017年に植樹 杉。伐採2023 年5月	地面から 15~20cm	7	14	16	5	13,083	8,520	524	72	5,550
	地面から 35~40cm	6	12	4	2					
	地面から 55~60cm	8	9	4	2					
佐須の長谷川宅地裏 杉2015年伐採			4,001	355	789	21,696	3,180	58	40	6,244



5. 汚染土壌の再利用の実証事業をどう考え、 今後、村は、村民はどう関わっていくのか

帰還困難区域長泥、村民の苦渋の選択

「宅地、農地の除染」と再生土壌利用実証事業

- ・23ha(2023年時点)の水田の基盤材として汚染土壌の利用
- ・法的根拠(放射能処理特措法)は乏しい実証事業

・将来の水田利用を想定して大型圃場整備

★農地管理→一種の「放射性物質管理労働」となるが、
法的、制度的対応は不明確

★何十年もの実証事業？矛盾・理不尽

環境再生事業概要

【整備内容】

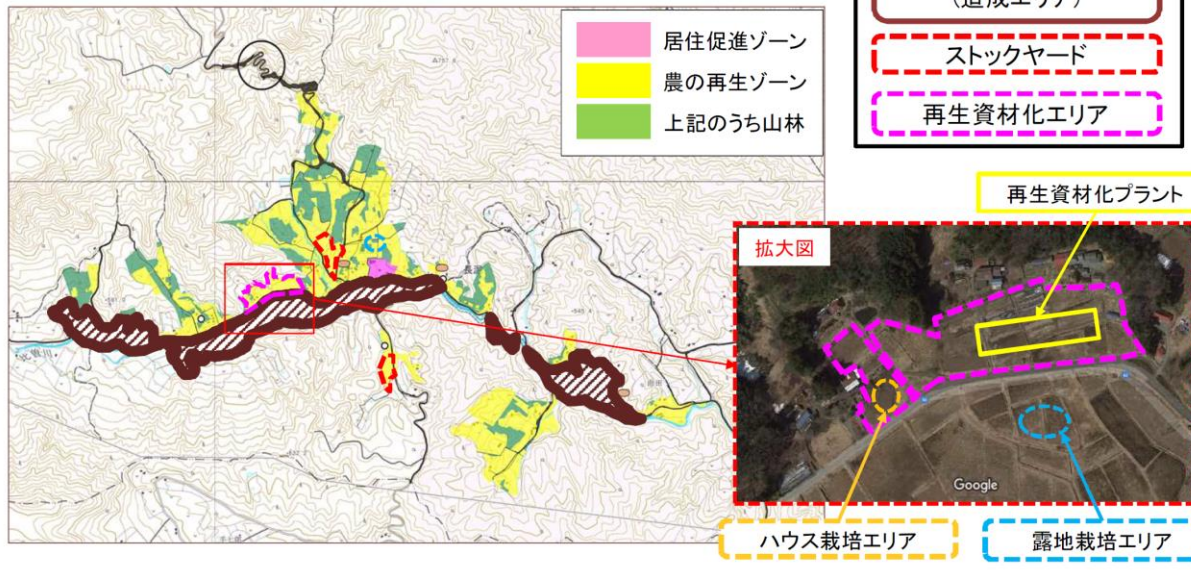
環境再生事業として資材のストックヤード及び除去土壌の再生資材化施設エリアを整備後、農の再生ゾーンにおいて、再生資材を利用して造成を行う。

環境省資料

【全体整備規模】

候補地：34ha(今後変更となる場合がある)

※盛土量等については、今後の計画により具体化する。



2019年10月汚染土壌
再利用化施設内見学



表1 飯舘村長泥地区の採取土壌中等の放射性セシウム賦存量

2018年10月19日採取（糸長浩司）

場所	内容	表面線量	深さ	Cs134	Cs137	Cs計	c137 比率
①	水田	2.68 μ Sv/h	0-5cm	1,581	18,321	19,902	64%
			5-10cm	657	6,924	7,581	24%
②	農道土	2.33 μ Sv/h	0-5cm	893	9,693	10,586	89%
			5-10cm	86	1,011	1,096	9%
③	A宅地	3.35 μ Sv/h	0-5cm	2,167	24,626	26,793	96%
			5-10cm	57	849	906	3%
④	A宅裏山	2.48 μ Sv/h	0-5cm	1,292	15,332	16,624	58%
			5-10cm	875	9,547	10,421	36%
⑤	S宅地	4.33 μ Sv/h	0-5cm	2,732	30,475	33,207	94%
			5-10cm	74	803	877	2%
⑥	S宅裏山	4.7 μ Sv/h	0-5cm	2,711	33,093	35,804	95%
			5-10cm	104	1,105	1,209	3%
⑦	S宅擁壁	上部コケ		21,800	240,750	262,550	
⑧	S宅擁壁	下部コケ		8,513	96,991	105,504	

☆本調査の費用の一部は、一般財団法人住総研の2018年度の研究助成金による

- ①「原子炉等規制法」のクリアランスレベル100Bq/kgを超える農地での農作業＝「廃棄物を安全に再利用できる基準」と矛盾
- ②8,000Bq/kgは「廃棄物を安全に処理するための基準」
→農業は「廃棄物を安全に処理する」行為ではない、
- ③「農用地土壌汚染防止法」に放射性物質の規制値はない
- ④再利用汚染土壌は5000Bq/kg以下でも、周囲の森林土壌の表層5cm層は8000Bq/kgを超える汚染土壌。

汚染森林土壌は法的に放置され放射性物質の最終捨て場
その麓に帰還し生活するという重大な矛盾(飯舘村全域)
避難解除された帰還困難区域での森林との境界ロープなし
→国は放射線汚染地域も規定せず放置したまま
→放射能対策特措法(2011年8月)
・除染土壌と汚染された廃棄物のみを対象の法律
・森林汚染土壌・樹木は対象外として放置容認
→汚染森林＝放射性物質の最終処分地という矛盾
→汚染水の海洋放出問題と同様、それ以上に深刻
永続的な汚染森林の麓に暮らす人たちの安全、健康問題

5. 東電主体の汚染木材を原料とするバイオマス発電事業は再考すべきです

- 福島森林再生事業、樹皮6400Bq/kg以下は伐採し製材加工
- 木材の販売規制値がないことも問題
- 2013年では年間で8.3万トンの汚染樹皮の残渣の滞留問題
- 飯舘村はこれを燃料としたFITによるバイオマス発電事業を、東電を主体した「飯舘バイオマスパートナー」を復興事業
- 汚染樹皮は県のその後施策で2021年は0.3万トン／年に減少
- 2024年からの稼働で当初予定していた樹皮の入手も困難？
- 汚染された樹木や樹皮に頼る可能性も出てくる。
- 全国的にもバイオマス発電所の燃料調達の問題
- バイオマスは燃焼時にCO₂を排出しその後回収するには植林後数十年の歳月がかかり、緊急のCO₂削減策としてはマイナス
- 放射能汚染森林の伐採後の植林維持管理の明確なシナリオ不在
- バイオマス発電所は喫緊の脱炭素政策としても控えるべき

・汚染バークの燃焼による放射性セシウム飛散の心配

・発電所での被曝労働の問題

・二重のバクフィルターの集塵効果で安全性の疑問

・「バクフィルターは漏らしながら集じんする」装置

放射性セシウムを含むpm2.5の微細な粉塵が煙突から飛散

・巨額の補助金を使用する村の復興事業に、法の不備による放射性物質の拡散や最終処分場となる心配のある事業が含まれる
→長期的な村の課題

・村民及び村外の市民も交えた討議をしていくことが重要

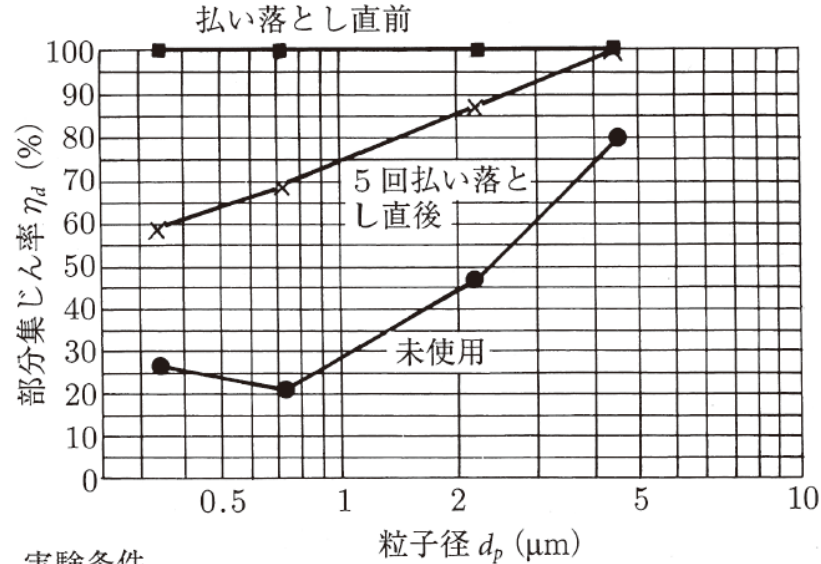
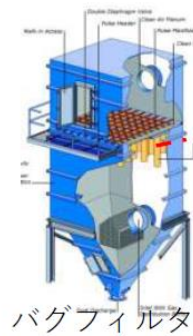
・オープンな討議、正確な情報開示による討議が必要

・このような批判も込めた活動が長期的には飯舘村再生につながる

バグフィルターは漏らしながら集じんする



http://www.takuma.co.jp/product/msw/stoker_msw.html



実験条件

ろ布：ポリエステル毛焼きフェルト，繊維径 $14 \mu\text{m}$

目付 600 g/m^2 ，ろ過面積 $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$

使用粒子：JIS 試験用粉体 1 の 11 種（関東ローム）

（平均粒子径 $1.5 \mu\text{m}$ ）

ろ過速度： 3 cm/s

払い落とし時圧力損失： 2 kPa

払い落とし気流圧力： 100 kPa

払い落とし気流噴射時間： 200 ms

図1 バグフィルターの部分集じん率の例

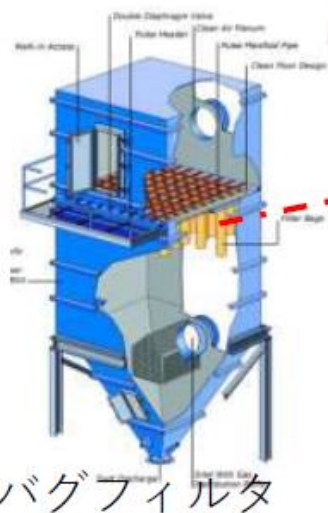
図2.9 バグフィルターの部分集じん率の例

ちくりん舎
青木政一 資料

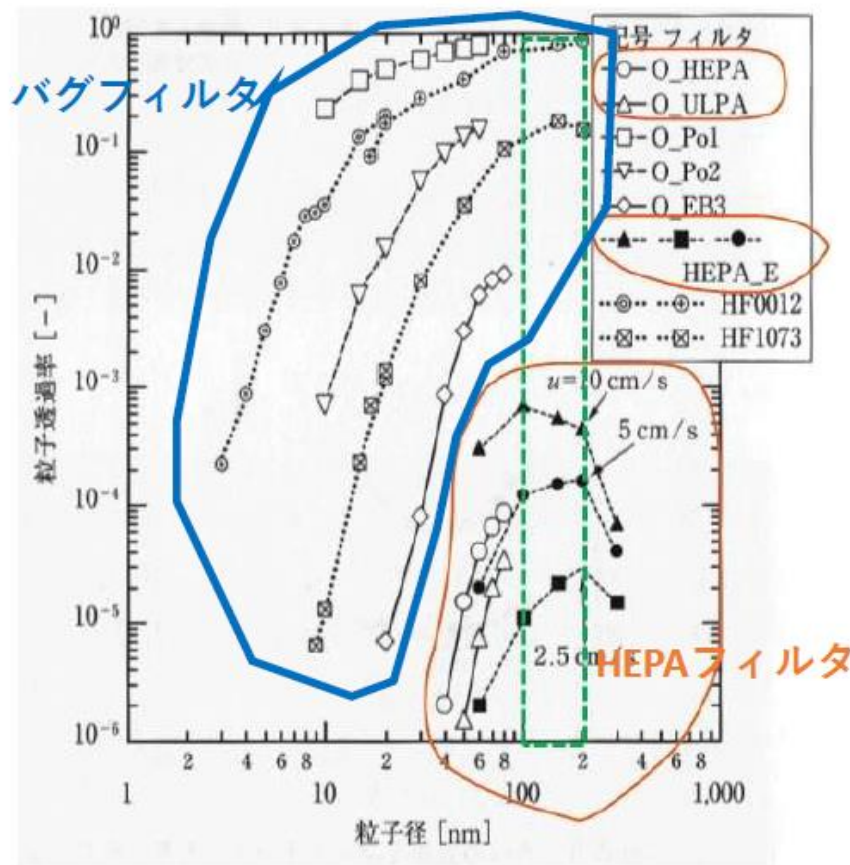
バグフィルタは微小粒子を捕捉できない —各地の放射能ごみ焼却裁判で争点になっている



ろ布



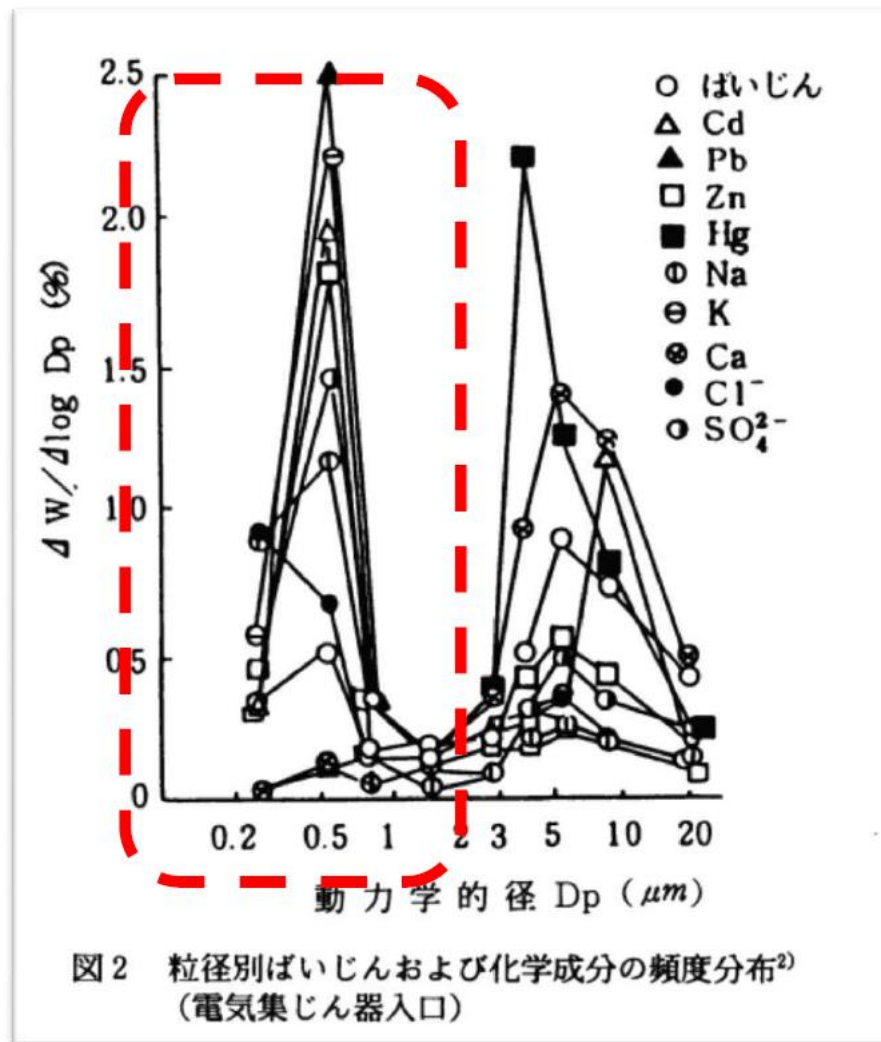
HEPAフィルタとバグフィルタの粒子透過率比較
 日本粉体工業技術協会編, 2012, 「ナノ粒子安全性ハンドブック」



バグフィルタ：粒径0.1~0.2 μm の粒子捕捉率は0~90%程度。高性能HEPAフィルタと比べて捕捉率は1/100 ~ 1/1000程度。

ちくりん舎 青木一政 資料

飛灰には微小粒子が大量に含まれる



ちくりん舎
青木政一 資料

6. 最後に

約30年前、ふれ愛が建つ前の飯舘村中央公民館で、極寒の中、村民200人以上が参加して実施した総合振興計画づくりのWSを懐かしく思います。厳しいが希望に満ち、それぞれの行政区の思いを発露したWSを何度も開催し全国の模範となる村づくりでした。その後も「までい」のキーワードで行政と村民が一体となった村づくりでした。

原発災害。帰村率も低く、汚染された森林に囲まれた地での長期的再生は厳しいです。

当初提案した二地域居住、村外に憩いの場を村営としてつくる等のチャレンジは続けて欲しいです。

村当局や村民の皆さんには耳障りな意見や情報を提示することを寛容していただき、引き続き飯舘村、飯舘村民の皆さんに少しでも役立つことができれば幸いと思っています。

最後に、この間、他界された村民に哀悼の意を述べたいと思います。