

1. 木質バイオマス燃料に対する、薬物含浸廃木材混入の有無に関する簡易試験の開発

山村貞雄

1. はじめに

再生利用可能なバイオマスエネルギーとして、木質ペレットの活用が見直されているが、廃木材を原料に利用した場合、防腐剤等による環境汚染が懸念されている。このため、当県ではペレット燃料利用施設への補助や燃焼灰の再利用の条件として、原料に廃木材を使用しないこととしている。

しかし、他県には廃木材を燃料化する企業も多くあることから、有害物質含有廃木材の混入を危惧する声が起こっている。

廃木材も、成分的には間伐材等と異なるところがなく、明確な判定は難しい。そこで、廃木材に含まれることがある防腐剤等の重金属類に着目し、製品であるペレットやその燃焼灰を現場で調査することでチェックできないかを検討することとした。

2. CCAを中心とした木材防腐剤の特徴と経緯

(CCA: Cu, Cr, Asを含む木材防腐剤の総称)

木材の防腐処理としては、古くからクレオソートなどが利用されてきたが、

1963年：CCAのJIS規格制定

1966年：住宅金融公庫「木造住宅共通仕様書」への登載

1970年：建築基準法施行令「外壁内部等の防腐措置等」規定

等により、CCA処理木材は1960年代後半に大きく生産量を増し、1970年代から1996年の間、保存処理木材におけるCCA処理剤のシェアは50～70%で推移している。

1997年以降、水質汚濁防止法の規制強化を受け、Asを含有するCCA処理は急激に姿を消し、現在では第四級アンモニウム化合物などを含む様々な薬剤が使用されているが、その多くにCuが使用されており、「銅系」と呼ばれるこれらのものの使用割合は50%程度となっている¹⁾。

これら建材として使用された防腐処理木材は、建築物等の解体に伴って廃棄物として排出される。

一般的な日本家屋の場合耐用年数は30年程度と言われており、今後CCA処理木材の排出がピークを迎えることが予想される。

3. 簡易検査法に求められる条件

- ・現場で福祉保健所職員等が簡易に行える検査であること。
 - ・多種の廃木材に対応できること。
 - ・安価で行え、危険性の少ないこと。
- 等を考慮し、
- ・検査項目はCCA及び銅系防腐剤を念頭に、Cr⁶⁺及びCuとする。
 - ・Asは廃木材において減少している場合があることが知られているので対象としない。
 - ・検出には共立理化学研究所のパックテスト法を用いる。
 - ・検出感度は1%程度の廃木材混入を感知できる方法を検討する。
 - ・高価な資材や危険な試薬は避ける。
- ことを条件とした。

また、検査対象としては、バイオマス燃料製造工場及び燃料利用施設での検査を考慮して、ペレット等の木質燃料及び燃焼灰とした。

4. 試薬等

以下の試験で使用した試薬等は次のとおり。
パックテスト

Cr⁶⁺：WAK-Cr⁶⁺、測定範囲：0.05～2 mg/L

Cu：WAK-Cu、測定範囲：0.5～10以上mg/L

pH：pH試験紙 (Macherry-Nagel)

K₂HPO₄溶液

K₂HPO₄・3H₂O 45.6gを水100mLに溶かしたもの。
活性炭

グラファイトカーボン (Wako：粉末)

ノーリットSX-II (以下「SX-II」という。)

ニトロセルルースろ紙

0.45μm, φ47mm

1/10リン酸

JIS9005に規定するリン酸10mLを純水で100mLとしたもの。(以下「1/10リン酸」という)

リン酸緩衝液 (pH5.8)

リン酸 2 水素ナトリウム 1 水和物 2.539g +
リン酸水素 2 ナトリウム 7 水和物 0.429g を水
200mL に溶かしたもの。

(以下「リン酸緩衝液 (pH5.8)」という。)

5. 燃焼灰検査方法の検討

燃焼灰の水溶液は高濃度のアルカリであり、Cu を溶出させるためには多量の酸が必要となる。また、ペレットボイラーの燃焼条件では、Cr の大半は六価となっており、水で容易に溶出することが確認されている²⁾。さらに、ペレットの燃焼灰では木材に含有される金属類は100~200倍に濃縮されており、木材中の含有量が比較的低濃度でも検出が可能となる。

これらより、燃焼灰では水での溶出液でCr⁶⁺の検査を行う。

過去の研究^{2) 3)}で、灰の溶出液の半数程度が黄色~黒褐色に呈色しバックテスト検査の障害となったため、着色サンプルについて、バックテスト検査可能な程度まで脱色する方法について検討する。

5.1 実験1 脱色試験 (活性炭処理)

5.1.1 予備実験

JIS-K0400-65-20に準拠し、硫酸アルミニウムによる処理を行った。

文献^{2) 3)}において分析したサンプルの内、着色の見られた、No6, No11, No15, No25, No32, No50を用い、各灰 1g に純水40mLをいれ1分間手で振とうし1時間静置し、浮遊物の下の中間層を取り溶出液とした。

溶出液10mLにK₂HPO₄溶液を0.1mL加え、リン酸でpH9に調整した後、1/10濃度の硫酸アルミニウムを0.1mL加えリン酸でpH7程度に調整し、混和した。(図1)

pH9に調整した段階で一部のサンプルで沈殿が見られた。Alをはじめとする金属の水酸化物と考えられる。沈殿が見られたものは多少色が薄くなっているがまだ色が残っている。

pH7としたものは凝集作用が見られ、90分後にはいくつかのもので色が薄くなったがバックテス

トにはまだ十分ではなかった。



図 1

5.1.2 サンプル

No50の灰50gに純水500mLを加え、3分間振とうし、10分間静置後上澄みを採取。

(以下「No50サンプル」という。)

5.1.3 操作手順

①グラファイトカーボン0.4gを純水に分散させ、ニトロセルロースろ紙に積層させた。

No50サンプル10mLにK₂HPO₄溶液0.5mLを加え、1/10リン酸でpH7に中和した。この試料をグラファイトカーボンを積層化したろ紙でろ過した。

②SX-II 0.4gを純水に分散させ、ニトロセルロースろ紙に積層させた。

No50サンプル10mLにK₂HPO₄溶液を0.5mL加え、1/10リン酸でpH7程度に中和し、この試料を上記のSX-IIを積層化したろ紙でろ過した。

③SX-II 0.03g, 0.05g, 0.08gを分取し、No50サンプル5mLを①と同様に中和した物に加え、それぞれ30秒及び60秒攪拌した後シリジフィルターでろ過した。

5.1.4 結果

①色は薄くなったが少し残った。

②無色となった。

③攪拌時間では差はなく、SX-II 0.08及び0.05gでは無色であったが、0.03gでは薄い黄褐色が残った。

5.2. 実験2 六価クロム添加回収1

活性炭による六価クロムの吸着を確認するため、添加回収実験を実施した。

5.2.1 予備実験

はじめに、脱色の条件を確認するため、No50サ

ンプル 5 mLを容器に採取し、次の①～④の実験を行った。

- ①そのままシリンジフィルターでろ過
- ②SX-II 0.05gを入れ、攪拌後シリンジフィルターでろ過
- ③ K_2HPO_4 溶液0.4mL, 1/10リン酸0.1mLを入れ、シリンジフィルターでろ過 (pH8程度)
- ④ K_2HPO_4 溶液0.4mL, 1/10リン酸0.1mLを入れ、さらにSX-II 0.05gを入れた後攪拌し、シリンジフィルターでろ過

その結果、

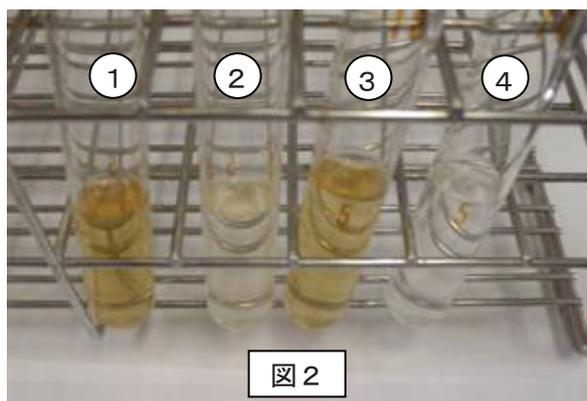
操作①：黄褐色

操作②：極薄い黄褐色 (パケットテスト可能)

操作③：黄褐色

操作④：無色

となった。(図2)



5.2.2 操作

Cr^{6+} 0.5mg/L溶液5mLに以下の試薬を加え、それぞれについてパケットテストを行った。

- ①純水 0.5mL
- ② K_2HPO_4 溶液0.4mL, 1/10リン酸0.1mL
- ③純水 0.5mL, SX-II 0.05g
- ④ K_2HPO_4 溶液0.4mL, 1/10リン酸0.1mL, SX-II 0.05g

5.2.3 結果

操作①では0.5mg/Lの発色が見られたが、操作②～④では発色はなかった。

操作②及び④では、パケットテスト終了後のパック内の溶液がpH7程度であり、サンプルのアルカリ性及び K_2HPO_4 溶液による緩衝作用が強く、発色に必要な酸性領域までpHが低下しなかったものと考えられた。このため、操作②, ④で残った試料

に1/10リン酸0.5mLを添加し、酸性とした後パケットテストを実施すると操作②では0.3mg/L, 操作④では0.2mg/Lの発色が見られた。

グラファイトカーボン前処理カラム (InertSep Slim GC) を用いた事前の予備試験でも、pH8を下回ると Cr^{6+} が強く吸着されることが確認されており、操作④ではSX-IIに一部が吸着されたと考えられる。

5.3. 実験3 六価クロム添加回収2

実際のサンプルNo50を用いて Cr^{6+} 溶液の添加回収試験を実施した。

5.3.2 操作

- ①No50サンプル5mL+ K_2HPO_4 溶液0.1mL+1/10リン酸0.1mL
- ②No50サンプル3.5mL+ Cr^{6+} 1mg/L溶液1.5mL+ K_2HPO_4 溶液0.1mL+1/10リン酸0.1mL
- ③No50サンプル3.5mL+ Cr^{6+} 2mg/L溶液1.5mL+ K_2HPO_4 溶液0.1mL+1/10リン酸0.1mL

これらに、SX-II 0.05gを加えて攪拌後シリンジフィルターでろ過、1/10リン酸0.5mLを加えて酸性とし、直ちにパケットテストを行った。

5.3.3 結果

操作①：痕跡程度の発色

操作②：0.15mg/L

操作③：0.3mg/L

となった。操作②では0.3mg/L, 操作③では0.6mg/L相当の Cr^{6+} 添加量であり、回収率はおよそ50%であった。

5.4. 実験4 六価クロム添加回収3

回収率を上げるため、より高pH領域での活性炭処理を検討した。(サンプルはNo50)

5.4.2 操作

- ①サンプル3.5mL+ Cr^{6+} 1mg/L溶液1.5mL
- ②サンプル3.5mL+ Cr^{6+} 1mg/L溶液1.5mL+ K_2HPO_4 溶液0.1mL
- ③サンプル3.5mL+ Cr^{6+} 1mg/L溶液1.5mL+ K_2HPO_4 溶液0.1mL+1/10リン酸0.1mL
- ④サンプル3.5mL+ Cr^{6+} 10mg/L溶液1.5mL
- ⑤サンプル3.5mL+ Cr^{6+} 10mg/L溶液1.5mL+ K_2HPO_4 溶液0.1mL
- ⑥サンプル3.5mL+ Cr^{6+} 10mg/L溶液1.5mL+ K_2HPO_4 溶液0.1mL+1/10リン酸0.1mL

それぞれにSX-II 0.05gを加え攪拌の後にシリン

ジフィルターでろ過し、1/10リン酸溶液を0.5mL
加え直ちにパックテストを実施した。

5.4.3 結果を表1に示した。

操作①0.2mg/L

操作②0.15mg/L

操作③0.15mg/L

操作④～⑥2mg/L程度

ただし、操作②は5分後には0.2mg/Lになった。

(図3)

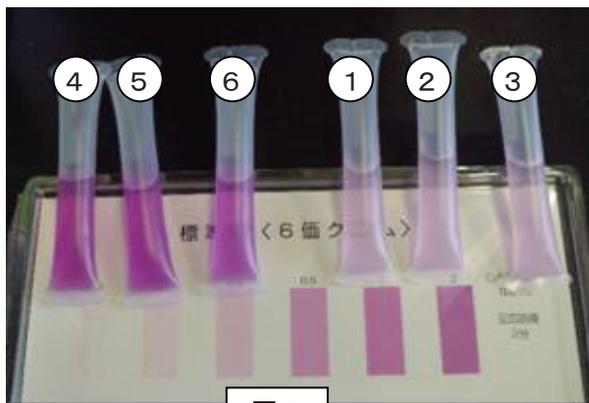


図3

また、操作④～⑥のサンプルについて、7倍希
釈し、パックテストを行った。

操作④”：0.3

操作⑤”：0.3

操作⑥”：0.2

であった。

SX-IIによる脱色後のサンプルについては、①、
②、④、⑤に薄い黄褐色が見られたが、パックテ
ストに支障はなかった。

表1 実験4 六価クロム添加回収3 結果

	K ₂ HPO ₄ 溶液	1/10 リン酸	Cr ⁶⁺ 濃度mg/L		回収 率%
			設定	測定	
①			0.3	0.2	67
②	0.1mL		0.3	0.2	67
③	0.1mL	0.1mL	0.3	0.15	50
④			3	—	
⑤	0.1mL		3	—	
⑥	0.1mL	0.1mL	3	—	
④”			3	2.1	70
⑤”	0.1mL		3	2.1	70
⑥”	0.1mL	0.1mL	3	1.4	47

注 ④”～⑥”の測定値は希釈前濃度への換算
値を示した。

以上から、燃焼灰中の検査では活性炭による脱
色操作を行うことにより、約70%の回収率でCr⁶⁺
の検査が可能であった。

つぎに木質ペレットの検査を検討した。

6.木質ペレット検査方法の検討

CCA処理木材では、Cu、Crは水に対する溶解度
が低いことが知られている。

廃木材の混入率が低いサンプルでの検出を可能
とするためには酸での溶出が有効であるが、Cr⁶⁺
は酸条件では反応すると考えられる。

一方Cu、は先行文献⁴⁾では少なくとも80mg/kg程
度が含有することが報告されており、廃木材の混入率
が低いサンプルにも対応可能であると考えられる。

以上から、木質ペレットの簡易検査として、銅
分析法を検討する。

6.1 実験5 酸抽出の検討1

酸抽出によりどの程度の濃度が得られるか検討
を行った。

6.1.1 サンプル

①：A社製ペレット，原料は間伐材

②：B社製ペレット，原料は間伐材

③：C社製木材 防腐剤処理後の木材製品

6.1.2 操作手順

サンプル①、②及び、薄くそいだサンプル③を
それぞれポリ袋に入れ、ハンマーで粉碎した。

各1gを50mLポリ容器に入れ、0.1mol/L硝酸20
mLを入れ1分間手で振とうした。

1時間静置後上澄みを0.45μmシリンジフィル
ターで5mLろ過した。

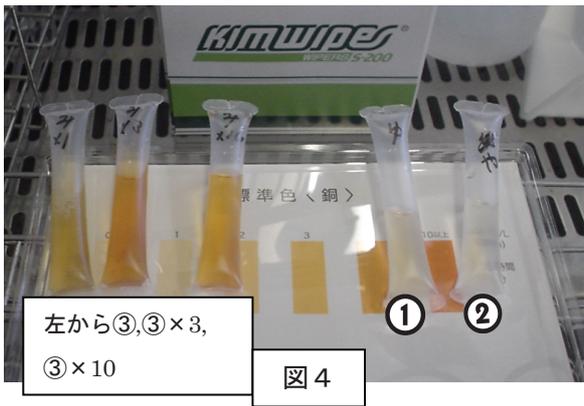
KOHで中和 (pH3～7程度)

サンプル①～③及び③を3倍、10倍に希釈した
物をパックテストで検査した。

6.1.3 結果

サンプル①、②はCuは検出されず、通常のペレ
ットではCuの溶出はないと考えられる。

サンプル③は1mg/L程度の発色があったが、す
ぐに色が濁った。(図4)



サンプル③は濃度が濃すぎるか妨害物質が多い可能性があるため、3倍及び10倍希釈で実験した。その結果、

サンプル③×3は10mg/L程度

サンプル③×10は5mg/L程度

の発色があった。

3倍希釈のサンプルでは測定範囲を超えている可能性及び妨害物質が高濃度である可能性が有り、この条件では50mg/L程度の溶出があったと考えられる。

6.2 実験6 酸抽出の検討2

より濃度の高い抽出を検討するため粉碎方法、塩酸、硝酸の濃度を変えて検討した。また、バックテストのpH条件もあわせて検討した。

6.2.1 サンプル

- ①：D社ペレット 製品
- ②：E市 建造物解体木材
- ③：F社 廃木材
- ④：C社製木材 防腐剤処理後の木材製品

6.2.2 操作手順

サンプル①～④をポリ袋に入れ、ペンチで粉碎した。

各サンプルにつき1gをそれぞれ4個の50mLポリ容器に入れ、

- i) 0.5mol/L硝酸20mL
- ii) 0.1mol/L硝酸20mL
- iii) 0.5mol/L塩酸20mL

iv) 0.1mol/L塩酸20mLをそれぞれ入れ、1分間手で振とうした。

1時間静置後上澄みを0.45μmシリジフィルターで5mLろ過した。

2mol/L KOHで中和 (i, iiiは1.25mL, ii, ivは0.25mL), ii, ivには純水1mLを追加したのち混

和した。

各サンプルについて、バックテストを行い、発色した物について10倍希釈で、再度バックテストを実施した。

6.2.3 結果

ベンチでの粉碎は、ハンマーに比べて効果的であるが、ペレットに比べ、木材サンプルでは塊が大きくなる傾向がある。

①～③のサンプルでは、銅のバックテストで発色は見られなかった。

サンプル④では中和により、ii, ivに暗青色の濁りが生じ、沈殿を生じた。

④-i, iiiの中和後のpHは6

④-ii, ivのpHは8であった。

④-i～ivのバックテストはすべて銅の発色が見られたが、i, iiiは発色が弱かった。

④-i～ivを10倍希釈したのち、バックテストを実施した結果、i, ii, ivは10mg/L程度、iiiは5mg/L程度の発色が見られた。

Cu²⁺は中和によってCu(OH)₂となって沈殿するので、この沈殿はCu(OH)₂と見られる。

これを避けるためには、現場での操作であることも考えてpH6以下でバックテストを行う必要がある。

以上から、酸抽出により100mg/L程度の銅の溶出が可能であることが確認された。

6.3 実験7 脱色試験1

酸で溶出を行った場合、淡黄色に着色することが多く、バックテストの障害となるため、活性炭による脱色を検討した。活性炭はSX-IIを使用した。

6.3.1 サンプル

A社製ペレット20gをペンチで粉碎し、0.1mol/L硝酸400mLを加え1分間手で振とう後1時間静置した。この溶液の上澄みをサンプル(以下「木質サンプル」と言う)として用いた。

6.3.2 操作手順

- ①木質サンプル5mLをシリジフィルターでろ過。
- ②木質サンプル5mLにSX-II 0.05gを加えシリジフィルターでろ過。
- ③木質サンプル5mLにリン酸緩衝液(pH5.8)を0.1mL加え、SX-II 0.05gを加え攪拌した後、シリジフィルターでろ過。

- ④木質サンプル 5 mLにリン酸緩衝液 (pH5.8) 0.1mLと 2 mol/LKOH0.1mLを加え、SX-II 0.05gを加え攪拌した後、シリンジフィルターでろ過。

6.3.3 結果

- ①では淡黄褐色の色が残った。
②～④は無色となった。

6.4 実験8 脱色試験2

活性炭の必要量の検討を行った。

6.4.1 サンプル：木質サンプルを使用した。

6.4.2. 操作手順

- ①木質サンプル 5 mLにSX-II 0.05gを加えシリンジフィルターでろ過した。
②木質サンプル 5 mLにSX-II 0.03gを加えシリンジフィルターでろ過した。
③木質サンプル 5 mLにSX-II 0.02gを加えシリンジフィルターでろ過した。

6.4.3 結果

- ①～③すべて無色となった。

6.5 実験9 添加回収試験

6.5.1 サンプル：木質サンプルを使用した。

6.5.2 操作手順

以下のサンプルにそれぞれパックテスト (Cu)を行った。

- ①木質サンプル 5 mLにSX-II 0.02gを加えシリンジフィルターでろ過。
②木質サンプル3.5mLにCu溶液 (10mg/L) を1.5 mL, 加え, さらにSX-II 0.02gを加えシリンジフィルターでろ過。
③木質サンプル3.5mLにCu溶液 (10mg/L) を1.5 mL, 加え, さらにSX-II 0.02gを加えシリンジフィルターでろ過した後, リン酸緩衝液 (pH 5.8) 0.1mLを加えた。
④木質サンプル3.5mLにCu溶液 (10mg/L) を1.5 mL, 加え, さらにSX-II 0.02gを加えシリンジフィルターでろ過した後, リン酸緩衝液 (pH 5.8) 0.2mLを加えた。
⑤木質サンプル3.5mLにCu溶液 (10mg/L) を1.5 mL, 加え, さらにSX-II 0.02gを加えシリンジフィルターでろ過した後, リン酸緩衝液 (pH 5.8) 0.1mL, 2 mol/LKOH0.1mLを加えた。

6.5.3 結果

- ①は発色なし。

②～⑤は3 mg/Lの発色があった。ただし, ③～⑤は混和後直ちに3 mg/L程度まで発色したが, ②ははじめはやや薄く, 徐々に濃くなり, 規定の1分後には3 mg/Lとなった。

②～⑤では計算上3 mg/LのCu濃度であり, 理論どおりの検査結果となった。

なお, ①, ②ではパックテストの測定条件であるpH2～pH10を下回り, pH1程度であったが, このサンプルでは特に支障なく測定できた。

6.6 実験10 銅含有サンプルの検査

6.6.1 サンプル

- ①：C社製木材 防腐剤処理後の木材製品
②：銅系防腐剤使用廃木材 中央部
③：銅系防腐剤使用廃木材 外周部
④：A社製ペレット, 原料は間伐材
⑤：B社製ペレット, 原料は間伐材
⑥：④1.8g+③0.2g
(防腐剤使用木材10%含有)
⑦：⑤1.98g+③0.02g
(防腐剤使用木材1%含有)
⑧：③4g

6.6.2 操作手順

薄くそぎ, 1 cm程度の長さとしたサンプル①～③及び④, ⑤のペレットをポリ袋に入れ, ベンチで粉碎した。

各サンプルにつき2g (⑥, ⑦は合計) をそれぞれ100mLポリ容器に入れ, 0.1mol/l硝酸40mLをそれぞれ加え, 1分間手で振とうした。

5分間静置後上澄みを5mL分取し, SX-II 0.02gを加え混和, 0.45 μ mシリンジフィルターでろ過した。(サンプル①～⑧)

また, 30分静置後上澄みを5mL分取し, SX-II 0.02gを加え混和, 0.45 μ mシリンジフィルターでろ過した。(サンプル①”～⑧”)

リン酸緩衝液 (PH5.8) を0.2mLを加え混和。

各サンプルについて, ①～③は5倍希釈でパックテストを行い, 発色した物について, 適宜希釈倍率を高めて, 再度パックテストを実施した。また, ④～⑦, ④”～⑦”はそのままパックテストを実施した。②②”は5倍希釈で発色しなかったため無希釈で再度検査を行った。⑧, ⑧”は10倍,

20倍希釈で検査した。

6.6.3 結果

結果を表2に示す

測定値が5mg/Lを超える場合、判定が不明確になり判定における個人差も大きくなった。

廃木材混入ペレットが入手できなかったため、廃木材を用いてサンプルとしたが、ペンチでは均質かつ細かく粉碎することはできなかった。

③”と⑦”の換算値はそれぞれ25mg/L、50mg/Lと2倍の差があるが、これはパックテストの測定誤差だけでなく、サンプルの不均質も影響している可能性がある。また、サンプル量を2倍にした⑧、⑧”では③、③”の2倍以上の換算値となっており、このレベルではサンプルと酸との比率を高くすれば感度の上昇が望める。ただし、サンプル比が高くなれば、静置時間を延ばす等の措置が必要となる。なお、ペレット化したものはペンチで容易に粉碎することが可能であり、酸抽出が容易に進むことが期待できる。

②、③に使用した銅系防腐剤使用廃木材は半径5cm程度の丸太であり、表面から3cmより深い部分には薬液は浸透していなかった。①のサンプルは内部も外部も違いはなく、先行文献⁴⁾でも大きな違いのないデータが見られるので、木材の大きさ、形状や処理方法でばらつきがあるものと思われる。

7.まとめ

7.1 燃焼灰の検査

凝集剤による脱色は効果が不十分であった。

色素の活性炭による吸着は活性炭量とpHにより変化し、pHが低下するに従って強く吸着する。

活性炭はCr⁶⁺も吸着し、特に中性域以下では強く吸着するため、回収率を上げるためにはアルカリ領域で活性炭処理を行う必要がある。

適正に活性炭脱色を行った場合の回収率は70%程度であった。

アルカリ性またはpH緩衝能の強いサンプルはパックテストで十分な発色ができないので、酸性とした後に測定する必要がある。

CCA処理廃木材には200~2000mg/kg程度のCrが含有されている⁴⁾。燃焼により100~200倍程度濃縮するため、1%混入でもほとんどの場合溶出液は2mg/L以上と考えられ、この簡易測定法によって十分判別可能である。

特に問題のない施設の燃焼灰では、溶出液のCr⁶⁺濃度は0.9mg/L以下であることが報告されている²⁾。一方、炉の損傷等によりステンレスが露出した場合、1~5mg/L程度であり、この試験手順に換算すると、0.5~2mg/Lは燃焼炉のステンレス由来の可能性が考えられる。

7.2 木質ペレットの検査

酸で抽出することにより、水での操作に比べ⁴⁾10倍程度高濃度のサンプルを作成できた。

着色した溶液は、活性炭で効果的に脱色できた。

溶出液の濃度を上昇させるには、サンプル割合の増加、静置時間の増加が効果的であった。

間伐材等由来のペレットではCuは検出されなかった。

銅系防腐剤使用廃木材が1%程度混入したことを想定したサンプルでCuを検出できた。

Cuのパックテストは瞬間的に発色する。色が濁ったり、発色に時間がかかる場合は妨害物質やCuの濃度が濃すぎる可能性があるため、希釈して測定

表2 実験10銅含有サンプルの検査結果 (mg/L)

	①	①”	②	②”	③	③”	④	④”	⑤	⑤”	⑥	⑥”	⑦	⑦”	⑧	⑧”
1倍			0	痕跡			0	0	0	0	2	4	痕跡	0.5		
5倍	5	5	0	0	2.5	5										
10倍	5	5			1.5	2.5									5	8
20倍	5	10													3	5
80倍	1.5	3														

する必要がある。

測定値が5 mg/L以上では判定が難しくなるので、希釈して測定する。

妨害物質の可能性については、今回は現場での簡易測定かつ定性的な検査方法が目的であったため検討しなかった。

7.3 簡易検査法

以上から、検査方法を以下のようにとりまとめた。

7.3.1 燃焼灰中のCr⁶⁺

サンプル：燃焼灰1gを分取

洗浄液：純水40mL

溶出操作：振とう時間1分、静置時間5分

前処理：シリンジフィルターでろ過し、無色あるいはパックテスト可能な程度であればpH調整、パックテストで測定。

脱色①：pH調整を行わず、溶出液5 mLに対し、SX-II 0.05gを加え、0.45 μmシリンジフィルターでろ過。

無色あるいはパックテスト可能な程度であればpH調整、パックテストで測定。着色が著しい場合は、サンプル採取からやり直し、脱色①に換えて脱色②を行う。

脱色②：溶出液5 mLに対し、1/10リン酸0.1 mLとSX-II 0.05gを加え、0.45 μmシリンジフィルターでろ過。

pH調整：パックテスト前にろ過液に対し1/10リン酸0.5mLを加える。

パックテスト (Cr⁶⁺) で判定。

測定後の液が酸性であること。

(1/10リン酸で調整して再度測定。)

判定の目安：燃焼灰中にはCr⁶⁺が一定量存在するため、この検査方法の場合、0.5mg/L程度は天然由来の可能性はある。

一方、廃木材を1%含有した場合、少なくとも2 mg/L程度のCr⁶⁺が考えられる。

パックテストの誤差も考慮し、1 mg/L以上の検出があった場合、持ち帰り公定法での検査を実施する。

7.3.2 木質ペレット中のCu

サンプル：ペレットをポリ袋中でペンチで粉碎

し2gを分取する。

洗浄液 (酸) : 0.1mol/L硝酸20mL

溶出操作：振とう時間1分、静置時間5分

(状況により可能であれば30分静置)

脱色：pH調整を行わず、溶出液5 mLに対し、SX-II 0.02gを加え、0.45 μmシリンジフィルターでろ過。

pH調整：パックテスト前にろ過液に対しリン酸緩衝液 (pH5.8) 0.2mLを加える。

パックテスト (Cu) で判定。

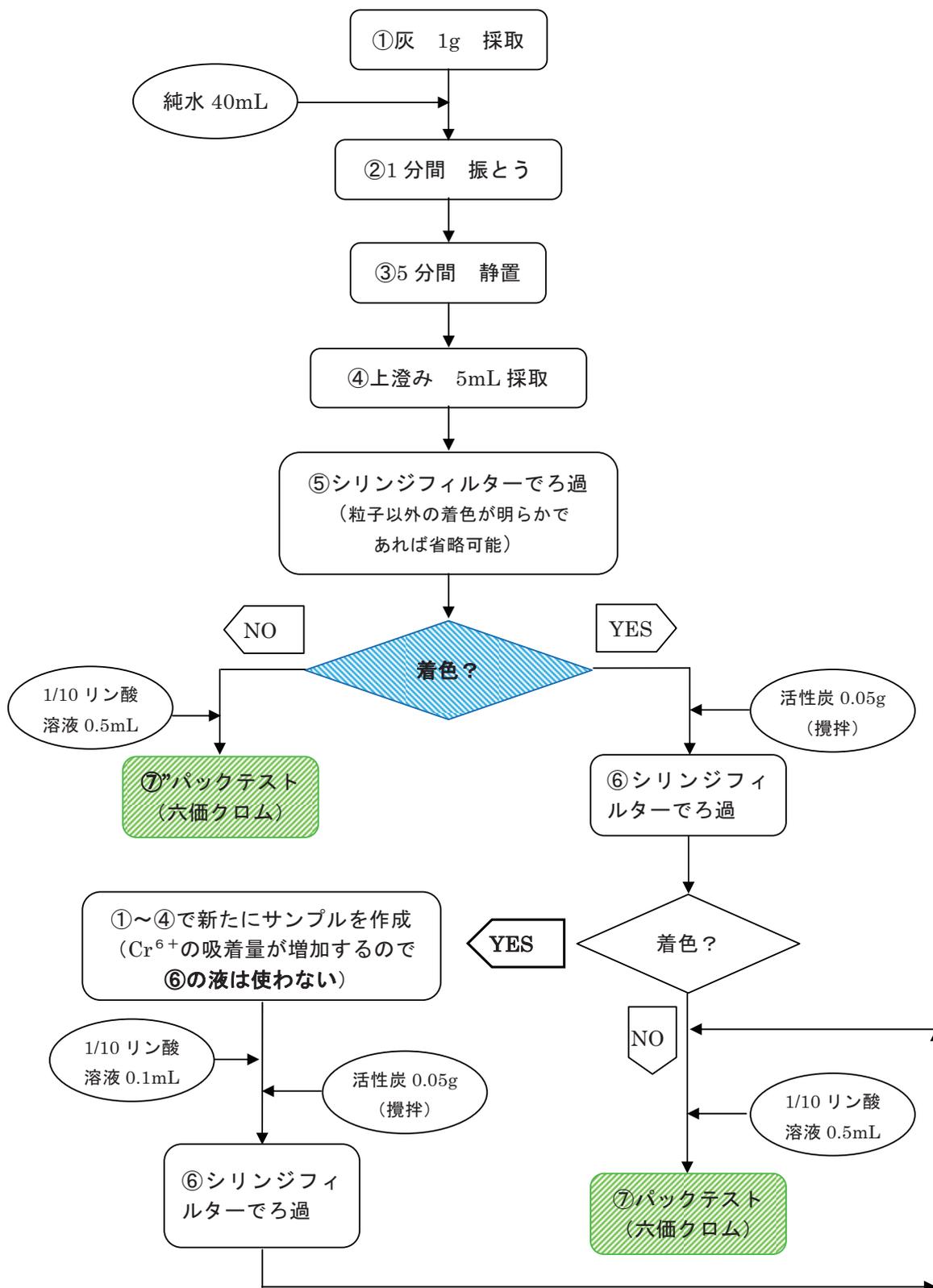
濁りが生じる場合や測定値が5 mg/L以上となる場合は、適宜希釈して再度測定する。

判定の目安：木質ペレット燃焼灰におけるCu含有量は0.05%程度と報告されている⁵⁾。ペレットの含有量はこの1/100程度と考えられ、これが全量溶出すれば0.05 mg/L相当となるがこの検査方法では検出限界以下となる。0.5mg/L以上が検出された場合、持ち帰り公定法での検査を実施する。

参考文献

- 1) 日本木材防腐工業組合HP
<http://www.jwpia.or.jp/shinchaku/index.html>
- 2) 十川絃一, 山村貞雄: 木質ペレット燃焼灰を適正かつ安全に有効利用するための調査研究, 高知県環境研究センター所報, 第26号, 17-23, 2009
- 3) 山村貞雄, 十川絃一: 木質ペレット燃焼灰を適正かつ安全に有効利用するための調査研究 (追加調査報告), 高知県環境研究センター所報, 第27号, 57-60, 2010
- 4) 斎藤ら, 未使用及び廃材となったCCA処理木材中の重金属類について 神奈川県環境科学センター研究報告, 第28号, 66-72
- 5) 高橋ら, 木質バイオマス燃焼灰の安全性評価及び有効利用, 北海道立工業試験場報告, No 307, 59-67

燃焼灰中の六価クロム簡易試験フロー



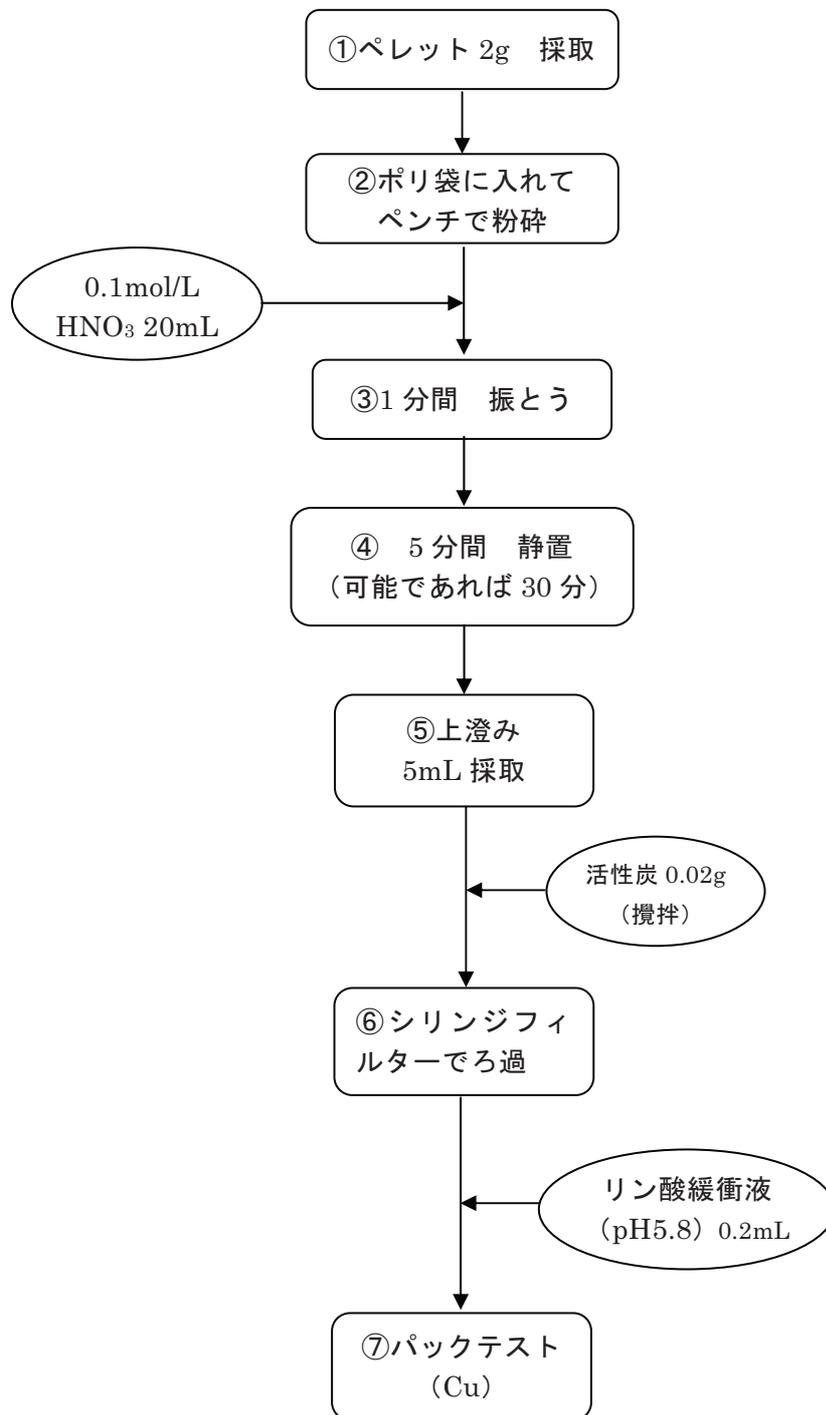
<注>

● 活性炭は六価クロムを吸着するので、パックテストの判定が可能であれば⑦へ

● パックテスト後の液が酸性であること。(1/10 リン酸で調整)

○ 廃木材を 1% 含有した場合、少なくとも 2mg/L 程度の Cr⁶⁺ が考えられる。パックテストの誤差も考慮し、1mg/L 以上の検出があった場合、持ち帰り公定法での検査を実施する。

木質ペレット中の銅 簡易試験フロー



<注>

○リン酸緩衝液 (pH5.8)

リン酸 2 水素ナトリウム 1 水和物 2.539g+リン酸水素
2 ナトリウム 7 水和物 0.429g を水 200mL に溶かす.

○5mg/L 以上の場合、判定が難しくなるので、適宜希釈して測定する.

○0.5mg/L 以上が検出された場合、持ち帰り公定法での検査を実施する.