

# 木酢液・木タールの土壌被覆材への利用

齋藤直人

キーワード：炭化，木酢液，木タール，土壌被覆材

木酢液および木タールの性質とともに、その用途開発として、チップダストや稲わら、もみ殻など天然繊維材料と組み合わせることで、環境に優しい無公害型マルチング材（土壌被覆材）を得る技術を紹介します。

## 木酢液と木タール

### 【木酢液とは】

木酢液とは、一般的に木材を焼いたときに発生する煙を冷却して得られる熱分解液のことです。この熱分解液を容器に入れて2、3日静置すると3層に分かれ、中間層に赤黒い水溶液、粗木酢液が得られます。なお、粗木酢液には木タールの一部が溶解している（溶解タール）ので、これを活性炭処理や蒸留などによって除去し、黄色または無色の木酢液とします。

### 【木材の熱分解と木酢液】

木材は、セルロースやヘミセルロースおよびリグニンを主成分とします。木材を加熱すると、熱に弱い部分から分解されて、温度の上昇とともにその分解が進行します。加熱温度200～260℃でヘミセルロースが、260～310℃でセルロースが、310～450℃でリグニンが主に分解されます。そのほか、松や杉やテレピン油のような抽出成分も熱分解され、木酢液に含まれます。

熱分解物中のアセチル基やウロン酸（5炭糖、6炭糖の第1級アルコールが酸化されたもの）のカルボキシル基の多くは、ヘミセルロースに由来します。メトキシル基は、多くがリグニンに由来します。さらに加熱によりアセチル基は酢酸に、ウロン酸のカルボキシル基は炭酸ガスに、メトキシル基はメタノール、メタンに変化します。

### 【木酢液の性質】

粗木酢液は木酢酸ともいわれるように、酢酸を主とする有機酸類やグアイアコールのようなフェノール類を含む酸性水溶液です。この性質は、炭化法、原料の種類、採取方法によってかなり幅がありますが、それ

らが一定であれば安定した性質の木酢液が得られます。

木酢液の品質：有機物含有率，溶解タール量，水分率，有機物中の酸含有率，pH，比重，色

木酢液の品質を示すものに、上記の特性があります。比重が高いものほど、タール分や鉄などの金属を多く含むものです。精製によってタール分が除去されるに伴い、比重は低下します。一般的な木酢液では、比重が1.006（15℃）前後です。pHは通常2.5～3.0ですが、この値は木酢液中の金属にも影響されます。酸含有率は有機酸の量を表すもので、酢酸として算出します。溶解タールは、広葉樹材の方が針葉樹材よりも多く含まれます。

### 【木酢液の精製】

粗木酢液には多数の成分が含まれていて、特有の性質を持っています。炭化直後に採取された粗木酢液には、容器に黒色の木タールが付着したり、重合物が沈殿しています。これをろ過すると淡黄色、赤褐色の透明な木酢液を得ることができます。しかし、静置すると、沈殿物が再び現れ、黒いタールが付着するようになります。木酢液中の不安定成分が、酸化や重合などを起こしたためです。木酢液の使用には、不安定な木タールなどの油状物質や重合物質の除去、すなわち精製が不可欠です。

静置法で精製する場合は、静置に少なくとも半年程度の期間が必要です。最も簡単で、費用も少なく、不安定成分を除く効果も大きい手法です。しかし、長期間を要することが難点です。活性炭を混入かくはんしてタール分を除く活性炭法は、短期間に精製する場合に用いられます。蒸留法は、酢酸が水の沸点に近いことから（117.8℃）良質な木酢液を得ることができ、タールやメタノール、アセトンといった有害物も除去できる方法です。さらに化学試薬を用いた分配法もあ

りますが、操作が複雑で、実際の木酢液の精製方法としては使用されていません。

## 木質系油吸着材と木酢液

### 【木質系油吸着材】

林産試験場において、300～350 の温度で木材を熱処理すると、その炭化物は吸湿しにくく、疎水性を持つことを見いだしました。その疎水性に対応する親油性に着目したところ、水をほとんど吸わずに油をよく吸うことが分りました。

木質系油吸着材は、重油のような石油系の油から、大豆油のような植物油あるいは油脂などの広範囲な種類の油を吸着します。吸油量も市販の油吸着材に匹敵する値が得られています。さらに、油吸着材の主流である石油系の合成繊維のものに対して、天然物の木材を原料としているため、焼却などの後処理も容易で、環境に優しい油吸着材と言えます。

この木質系油吸着材の生産過程において、副産物として粗木酢液が得られます。以下、その木酢液の成分分析とともに、木酢液、木タールの利用法を紹介します。

### 【副産物の用途開発】

副産物の用途開発を行う上で、木酢液、木タールの成分を調べるとともに、その簡易な分離方法の確立が不可欠です。木酢液には水溶性物質が、木タールには多くの水不溶性物質が含まれます。しかし、油吸着材の製造工程から副生する粗木酢液には、350 程度までの木材の熱分解で発生したもののすべてが含まれ、一般的に木タールと呼ばれる水不溶性物質が多いのです。フェノール類や炭化水素類、フルフラールや酢酸などが多く、これらがわずかながら水溶性を有するので、粗木酢液は均一な溶液として得られます。

この均一溶液をそのまま使用することも一つの手段です。また、用途に合わせて簡易な方法で分別、精製することも一つです。土壌改良剤、防腐剤および燃料などとする場合は、水溶性物質が多いと品質に影響します。また、環境に及ぼす影響を考慮すると、水溶性物質は注意して使用することが必要です。

以下、簡易な方法として、水を加えて水不溶性物質（木タール）を分離回収する方法を検討しました。

## 木タールの精製

### 【木タールの分別、回収】

表1 水添加と木タール量

水の添加量	木タール量 (%) 乾燥温度	
	105℃	180℃
等量	28	22
2倍量	28	21
3倍量	28	21

油吸着材製造装置より副生する粗木酢液に水を加えてかくはんし、数時間放置すると、木酢液と木タールに分かれます。回収される木タールは、水の添加量を等量から3倍量まで増加しても、乾燥後の重量はほぼ一定でした（表1）。酢酸が多い場合は、疎水性の脂肪族系および芳香族系炭化水素類は溶解しています。

しかし、固形分量が約35%以下では溶媒の主体が水となり、疎水性のこれらが凝固沈殿しやすくなるためと思われます。なお、水添加後の木タールの沈降、安定までには1～2時間程度必要でした。この方法で、糖類や有機酸などの水溶性物質、可燃性の軽油や低沸点物質は水面および水層に移行し、木タール中の沈殿タールが不溶性物質として回収されることが分りました。

### 【簡易分別木タールの成分】

粗木酢液を沸点で分別すると、105 以下は水やアセトン、メタノールなどの低沸点物質、105～180 は酢酸、180～230 はリグニンの分解物であるフェノール類、230 以上はピッチと呼ばれる高沸点物質が得られます。

粗木酢液に水を加えて沈降させた木タールの場合は、180 以下の成分が30%含まれました。そして、リグニンの分解物が含まれる180～230 は6%と少ないものでした。これは、油吸着材の製造温度が325～350 で、リグニンの熱分解点よりも低温であるためと思われます。この簡易分別法では、極めて不溶な物質のみが沈殿、回収されることが明らかです。したがって、簡易分別法は、精製が簡易で多量に処理可能なことが望まれる防腐剤、土壌被覆材などの用途に有効と思われました。

## 土壌被覆材への利用

### 【土壌被覆材とは】

土壌被覆材とは、土壌の保水性を改善、雑草の繁殖の防止を目的とした植物の根元の土壌表面を覆う材料のことです。土壌被覆材として、古くから、わら、刈草、落葉などが使用されています。しかし、土壌被覆

材は、風や雨水などにより容易に飛散しないこと、緑化事業においては美観を損ねないことが要求されます。特にガーデニングのように鉢やプランターなどに使用する場合は、土ぼこりの発生を抑えるものが望まれます。さらに、土壌被覆材は河川や植物に対する影響が少ないこと、それが急速に分解、腐朽してもろくなったり、窒素飢餓を起こさないことが求められます。

木酢液にはアセトン、メタノールのほか、酢酸などの有機酸が含まれ、果樹や樹木などに対する活性効果、雑草防除が知られています。一方、木タールにはクレゾールやグアイアコールなどの芳香族炭化水素が含まれ、防腐効果、粘結効果を持つことが知られています。

木材やもみ殻そのものでは、風や雨水などにより飛散や流失が起こりやすく、耐久性に乏しいものです。そこで、木タールの防腐効果、粘結効果を利用した木材やもみ殻からなる土壌被覆材の開発を試みました。

#### 【木タールの調製】

環境に及ぼす影響を考慮すると、粗木酢液に含まれる糖類などの水溶性物質は除去して土壌被覆材に使用することが必要です。前述の簡易分別法に従って、油吸着材の製造装置より副生する粗木酢液に水を加えてかくはんし、数時間放置して、水不溶性物質（木タール）を沈殿、回収しました。

さらに強酸性物質や糖類由来の熱分解物を除去するには、得られた木タールを繰り返し水洗することが必要と思われました。この際、60以上の温水での洗浄が良好でした。60以上では木タールの粘度が低下し、かくはんが容易になるためです。

次に粘結性、成形性を高めるための木タールの硬化条件を調べました。熱分解液に2倍量の水を加えて分別し、得られた沈殿物を3回繰り返し水洗しました。この木タールを20、50、80、110、150で1時間保温しました（表2）。保持温度が80以上ですみやかに硬化し、揮発成分は減少しました（重量減少は約20%）。150では約25%の重量減少が見られました。150で保温すると、酢酸も蒸発し、冷却後は黒色のもろい固化物となりました。なお、50以下では、1時間では硬化が見られませんが、48時間後には硬化の兆候が見られました。したがって、比較的低温でも、安定な土壌被覆材となり得ることが分かりました。

#### 【土壌被覆材への適用】

河川や植物に対して影響を及ぼす水溶性物質の除去と、保温による硬化を同時に行うため、木タールを温

表2 木タールの温度による変化

温度 (°C)	時間 (h)	可塑性	色	成形性
20	1	○	褐	×
50	1	○	褐	×
80	1	○	褐	○
110	1	○	褐	○
150	1	×	黒	○

注： ○：良好， ×：不適

水で洗浄しました。すなわち、油吸着材の製造装置より副生する粗木酢液を5倍量の60の温水で3回洗浄し、木タールを回収しました。

この洗浄により、木タールのpHは2.0から2.8となり、50%の重量減少が見られました。木タール10gに対して5gの粉碎もみ殻を加えて、60でかくはん混合しました。得られた被覆材は褐色で、高い粘結性を持ち、散水によっても水溶性物質の流出が少ないものでした。

水不溶性物質の硬化を促進するためには、保温が有効で、保温により水不溶性物質の硬化が起こり、成形性が高まります。しかし、低温ほど成形後の可塑性がよく、80で1時間の保温が望ましいと思われました。

酸性土壌を好む植物はそのままでも良好ですが、好まない植物では、粗木酢液はpH3以下であるため、pH調整が必要と思われまます。温水洗浄で過剰の酢酸をはじめとした有機酸を除去した後、水酸化カリウムやアンモニアなどの施肥効果、またはリン酸水素二アンモニウムや水酸化マグネシウムなどの難燃効果も兼ねる中和剤でpH調整することが望ましいと思われまます。その際、pH10以上にすると、水不溶性物質の水溶化が起こり、粘結性が低下しました。さらにアルカリ性下では、水不溶性物質が黒色化するので美観も失われるようです。したがって、中和後はpH5～8が適当と思われまます。

さらに、防火性を考慮して、難燃剤の添加も考えられます。この際、難燃剤を混合添加すると、それが木タールに取り込まれるので、降雨などでも容易に溶出しないので、長期にわたって難燃効果のある土壌被覆材となるようです。

#### 【木タールと繊維材料との混合】

美観的には暗褐色に着色することが、植物および土壌とのコントラストから望ましいのです。木タールは褐色ですが、この配合比が多いほど暗褐色に映ります。したがって、木タールと繊維材料の配合比は重量比



写真1 木タールの被覆材

10 : 1 ~ 10 : 20が適当と判断されました。木タールの配合量を低下させると、粘結性は低下し、成形性が悪くなりますが、通水性が改善され、軽量化されます。繊維材料の比重を考慮すると、例えばチップの配合比は重量比10 : 5、もみ殻では10 : 3が良好と思われました（写真1）。

#### まとめ

木酢液および木タールには、様々な効果が認められます。しかし、多くは廃棄されており、とりわけ木タールの用途開発が望まれています。

チップやもみ殻などの植物性繊維と木タール成分とを混合することにより、さらに高性能な土壌被覆材料になりうることが分かりました。木タールによって繊維材料を褐色に着色すると同時に適度な粘結性を付与し、風や雨水などによって容易に飛散や流出しない、安定した土壌被覆材料となります。この土壌被覆材は、畑だけでなく、庭園、公園、道路のグリーンベルト、それ以外の地表面にも併せて敷く、混入することがで



写真2 被覆材の敷設前



写真3 被覆材の敷設後

き、周囲との色彩関係を損なうことが少ないものです（写真2,3）。木酢液および木タールは、果樹や樹木等に対する活性効果、雑草防除、防腐効果も期待できます。そして、植物性繊維をそのまま、または破碎し、表面に木タールを混合付着させたものですから、資材は次第に腐って分解します。

今後は、環境に優しいマルチング材として、さらに木タールの土壌被覆材の性能評価を行い、実用化を検討していきます。

（林産試験場 成分利用科）