特集『木材に関する質問と回答（その2）』
－木材の多目的利用－

質問一覧

質問 1　油吸着材の油吸着量の測定方法を教えてください。
また，林産試験場で開発した木質油吸着材および，市販されている
「もりの木太郎」の油吸着性能について教えてください。……2

質問 2　木材以外のものを炭化した例があれば教えてください。
また，油吸着材を作ることはできますか。……2

質問 3　空気中や水中の有害物質を木炭で吸着できますか。……3

質問 4　河川の浄化には炭をどのように使えばよいでしょうか。……3

質問 5　木炭を農業に利用したいのですが，どのような用途がありますか。……4

質問 6　同じ樹種でも，抽出成分の量は異なりますか。
特に抽出成分の多い材に注意すべきことはありますか。……4

質問 7　北海道にもヒバ油のようなものがありますか。……5

質問 8　ササには防腐効果があると言われますが，食品などの保存剤として
利用できるのでしょうか。また，その成分はどのようなものでしょうか。…5

質問 9　ササ葉を料理などの飾り付けに使用する方法はありますか。……5

質問10　暗渠（あんきょ）疎水材に使用できる樹種とその特徴や留意点を教えてください。……6

質問11　木質チップ疎水材の耐用年数はどれくらいですか。……6

質問12　今後，木造住宅解体材から家畜敷料を製造しようと計画しているので，
敷料に求められる条件を教えてください。……7

質問13　おが粉製造機を導入して，間伐木から敷料用おが粉を製造することを
考えていますが，今後の敷料の需給動向はどうなるのでしょうか。……7

質問14　平成12年の春に「建設リサイクル法」が成立しましたが，
今後この法律が施行されると中小の工務店に
どのような影響があるのでしょうか。……8

質問15　廃材になった集成材を処分するために焼却したいのですが，
接着剤から有害なガスが発生することはないのでしょうか。……9

質問16　木材の変色のメカニズムとその防除方法について教えてください。……10

質問17　最近シックハウス症候群についての報道を見聞きしますが，
その発生原因と対策を教えてください。……11

特集『木材に関する質問と回答（その2）』

木材の多目的利用

キーワード：木炭，疎水材，敷料，変色，接着剤

質問１

油吸着材の油吸着量の測定方法を教えてください。また，林産試験場で開発した木質油吸着材および，市販されている「もりの木太郎」の油吸着性能について教えてください。

回答

油吸着量の測定方法には，国土交通省海上保安庁の舶査52号の方法があります。これは，シート状の油吸着材の性能基準です。20℃のB重油または水の上に10×10㎝のシートを5分間浮かべて，それぞれを吸着させ，5分間金網上で余分に付着したものを切ってから，重量を測定し，吸着量を得ます。油吸着量の基準は油吸着材1gあたり6g以上，1㎤あたりは0.8g以上で，吸水量の基準は1gあたり1.5g以下，1㎤あたりは0.1g以下です。

舶査52号の基準には，ほかに，環境試験，振とう試験，強度試験，焼却試験などがあります。

この油吸着量の測定方法によると，林産試験場で開発した木質油吸着材は水をほとんど吸着しませんが，油を選択的に吸着します。20℃において油吸着材1gが5分間で吸着するA重油，灯油，軽油，マシン油VG10，B重油，大豆油，サラダ油の量を表１に示します。

林産試験場で開発した製造方法を用いて北海道森林組合連合会で生産している「もりの木太郎MPW-45」は，約4×38×55㎝のポリプロピレン製の不織布の袋を3つに仕切り，木質油吸着材150gを詰めたマット状の製品です。この製品1枚が上記の油を吸着する量および吸着にかかる時間を表１に併せて示します。吸着に5分(すなわち300秒)以上かかる油は吸着時間を長くすると，さらに吸着量が多くなります。

表１　木質油吸着材と製品「もりの木太郎MPW-45」の各種油に対する油吸着量

	A重油	灯　油	軽　油	マシン油VG10	B重油	大豆油	サラダ油
木質油吸着剤（g/g）*1	22	19	20	25	26	32	28
製品（g/枚）*2	3,457	2,777	3,157	3,547	2,327	3,737	3,547
製品の吸着所用時間（秒）	40	17	27	132	300以上	300	300

*1：５分間の油吸着量
*2：木質油吸着材150g入り／枚

質問２

木材以外のものを炭化した例があれば教えてください。また，油吸着材を作ることはできますか。

回答

ササの炭化を林産試験場で試みたことがあります。また，モミを炭化し，モミ酢液を製造しているメーカーがあります。最近は野焼きが制限されたので，農協を中心にモミを炭化し，モミ酢液を製造する工場が増えました。マツカサやドングリや落ち葉はもちろん盆栽を飾り炭として作った例や，刈草を炭化した例もあります。

木材以外のものでも約350℃の低温で焼くと，水を吸わずに油だけを吸着する油吸着材ができます（特許第2594507号）。

質問３

空気中や水中の有害物質を木炭で吸着できますか。

(1) 水道水の塩素処理でできるトリハロメタンを木炭で吸着できますか。
(2) 下水道の汚水処理に木炭を使えますか。
(3) ダイオキシンを木炭で吸着できますか。
(4) 活性炭を簡単に再生できますか。

回答

木炭は製法によって黒炭と白炭(備長炭など)に分けられます。黒炭は木材を400～900℃で炭化したもので，白炭は白炭窯で900℃以上の高温のまま取り出して，湿った消し粉をかけて消火したものです。木炭にはマクロ(50nm以上)，ミクロ(2nm以下)と中間の孔(2～50nm)が開いていますから，ある程度の有害物質は吸着して除去できます。炭化温度によって，吸着する物質の種類が異なることもあります。

一方，活性炭とは，一度炭化したものを原料として，不活性ガスの存在下に800～900℃で水蒸気，二酸化炭素または空気を賦活(ふかつ)ガスに用いて熱処理したものです。賦活には，薬品と一緒に加熱する方法もあります。活性炭は一般的に他の化学物質を物理的に吸着する性能が高いのが特徴です。活性炭の表面積は賦活によって木炭よりもかなり大きくなるので，吸着性能は高くなります。

(1)比較的高温で焼いた黒炭は，トリハロメタンの吸着に利用できるとする最近の報告[1)]があります。

(2)下水道水は活性汚泥法で処理されていますので，その後処理に木炭を使うと，きれいな水になるものと思われます。

(3)木炭の表面積は活性炭の4分の1以下ですから，活性炭と同量のダイオキシンを吸着するためには，4倍以上の木炭が必要です。したがって，後始末が大変になるので現実的な方法ではないでしょう。

(4)活性炭を再生するためには，活性炭製造装置に近い能力の設備が必要となります。そのため，実際には，活性炭メーカーに送って再生してもらうことになりますので，かえってコスト高になると考えられます。

質問４

河川の浄化には炭をどのように使えばよいでしょうか。

回答

実際に使われている例を紹介します。栃木県林業センターでは近隣の町の沼の上流と第2の沼との間に浄化施設を作りました。ここでは，上流の施設を説明します。

この施設の構造を図１に示しますが，コンクリートU字管をつなぎ合わせたもので，幅1m×深さ1m×延長34mとなっています。中央部に不透水性の仕切板を設け，1つの水路に2つの流路が並ぶ構造にしました。また，沈殿槽・浄化槽の各ブロック間を仕切るコンクリート壁を設置し，交互に上向流，下向流が起きるようにしました。木炭は長さ10cm程度のものを市販のタマネギ袋の中にランダムに詰めました。さらにそれを2袋ずつコンテナに充てんし，施設流路内に2段重ねの形で設置しました。上段のコンテナの上には浮上防止のために多孔質コンクリート板を載せ，下段コンテナの下には，沈殿物による目詰まり防止のために，空洞ブロックを土台として置きました。

図１　浄化施設の構造[2)]

質問５

木炭を農業に利用したいのですが，どのような用途がありますか。

⑴ 木炭を肥料として使えますか。
⑵ 住宅解体材のような廃材を木炭にして土壌改良材として使用できますか。
⑶ 家畜のし尿を木炭で処理できますか。

回答

⑴木炭は肥料としてではなく，土壌改良材として用いられます。粘土質のような水はけの悪い土には，透水性を良くする目的で使います。また，火山灰のような水はけが良すぎる土には，木炭の孔に水が吸着する性質を利用して，保水性を良くする目的で使います。豆類のような菌根菌によって窒素を固定する作物には，木炭が菌根菌のすみかになるので，肥料ではありませんが効果的です。

⑵住宅の一部には防腐剤，防蟻剤，防虫剤，塗料，接着剤が使われており，住宅解体材にはこれらの薬剤が入ってくることが予想されます。防腐剤には，クロム，銅，ヒ素を含むCCAや塩素系の薬剤成分を含むものがあります。したがって，CCA処理材を炭化すると，有毒なヒ素は空気中に放出されて大気が汚染される危険性がありますし，クロムと銅は重金属として木炭に取り込まれることになります。したがって，CCA処理材の炭化物は土壌改良材に適さないでしょう。また，木酢液にはヒ素が入ってくるおそれがあります。CCA処理材は，分別除去する必要があります。

塩素系の防腐剤，難燃剤，防虫剤が入っていれば，炭化の際にダイオキシンが発生して，空気中に放出されるおそれがあります。また，ダイオキシンが吸着した木炭が出来上がってしまうおそれもあります。したがって，土壌改良材として使うには材料の吟味が必要です。

⑶敷料にした鋸（のこ）くずや麦わらなどと家畜動物のし尿に，木炭を混ぜると堆肥化が早まると言われています。これは，材料に木炭を混ぜてやると，一般的な堆肥製造工程に比べて微生物相が非常にリッチになり，発酵温度が高く，速く上昇するためです[3)]。

質問６

同じ樹種でも，抽出成分の量は異なりますか。特に抽出成分の多い材に注意すべきことはありますか。

回答

抽出成分の含有量は，同じ樹種でもかなり違います。例えば広葉樹のイタヤカエデの抽出成分の一つ，ワックスは通常1.66%(乾物重量あたり)くらいですが，多いものでは2.64%にもなります。この差は1%ですが，ファイバーボードの耐水性を付与するために1%程度のワックスを添加することを考えると，この量は相当多いといえます。個体間でどの程度，抽出成分が異なるものかを具体的に調べたものはありませんが，このようなことはカラマツでも見られます。カラマツ梱包（こんぽう）材では同じく抽出成分の一つ，樹脂すなわちヤニの含有量に多少があり，これが多いと梱包品に付着することもあるため敬遠されがちです。また，イタヤカエデのような楽器用材では，抽出成分が多いことで音響に影響するなどが考えられます。したがって，用途によって抽出成分の量にも注意して使用するべきと思われます。

質問７

北海道にもヒバ油のようなものがありますか。

回答

ヒバ油とは，ヒバの材に含まれる精油のことです。なお精油とは，樹木などに含まれる芳香性の油状物のことです。精油は，樹種や部位によって含まれる成分，量が異なり，抗菌や消臭など様々な効果があります。北海道では，トドマツが森林蓄積量の約20%を占めます。その樹葉乾物1kgあたり約40㎖の精油が含まれています。その成分はα-ピネン，カンフェン，β-ピネン，ミルセン，リモネン，β-フェランドレン，ボルニルアセテートなどです。ヒバのような抗菌作用は少ないようですが，トドマツ精油には消臭効果があり，リフレッシュ，目覚めをすっきりさせる作用があります。

質問８

ササには防腐効果があると言われますが，食品などの保存剤として利用できるのでしょうか。また，その成分はどのようなものでしょうか。

回答

防腐効果はありますが，食品などの保存剤として使用するにはその効力はやや不足と思われます。防腐には，ササ葉中の有機酸およびフェノール性成分などが作用するようです。ササ葉中の有機酸には，酢酸，プロピオン酸，安息香酸など，フェノール性成分にはグアヤコールやフェノールなどが含まれています。これらの成分は，単独よりも，混合したままのほうが防腐効果は高いようです。

質問９

ササ葉を料理などの飾り付けに使用する方法はありますか。

回答

弁当，寿司，惣菜（そうざい）などの飾り付けにプラスチック製ばらんが使用されています。しかし，以前はササ葉も使用されていました。ところが，天然のササ葉では短時間のうちに乾燥して枯れ葉のようになります。そこでこれを改善するためには，吸湿性が高く，揮発性の低い薬液をササ葉の細胞に充てんし，見かけ上，膨潤状態を保つ方法が有効です。さらに，薬液を均一，十分に充てんするためには，あらかじめ一次処理液で膨潤させた後，一次処理液と置換しながら別の薬液を充てんする二段処理が効果的です(特許出願中)。これらの薬液には，食品添加が認められており，ササ葉内の水分との親和性も高いグリセリンなどが良いようです。この処理により，鶴や亀型に細工を施したばらんとすることも可能です(写真１)。

写真１　プラスチック製ばらん（上）と天然ササばらん（下）

質問10

暗渠(あんきょ)疎水材に使用できる樹種とその特徴や留意点を教えてください。

回答

平成7年度北海道農業試験会議でカラマツチップが暗渠疎水材としての指導参考事項に採択されたことから，その使用が認められ，全道各地に広がっています(**写真２**)。さらに，11年度にはカラマツ，トドマツなどの針葉樹チップとその樹皮付きチップ，抜根チップが指導参考事項となり，これらが暗渠疎水材として利用可能です。

針葉樹チップや樹皮付きチップは，モミガラに比べ，粗大間隙(かんげき)が多く，圧縮に強く，透水性，耐朽性の良い資材です。樹皮付きチップでも暗渠排水などの水質への悪い影響はみられず，農作物への影響もないことが確認されています。これらは針葉樹チップに準じて使用されますが，樹皮付きチップにさらに樹皮を添加して使用することは望ましくありません。

写真２　暗渠施工のようす

抜根チップも一般的に間隙率が大きく，透水性が良好な資材です。圧縮率はモミガラと針葉樹チップの中間です。また，暗渠排水に対する悪い影響もみられません。

なお，抜根チップを疎水材として使用する場合の留意点は以下のとおりです。

①抜根チップを製造するとき，原料に付着している土は排除し，土砂付着率を4%(重量比)以下にする。

②暗渠用の抜根チップは75～125㎜×75㎜のスクリーンを用いた粒径のものが扱いやすく，これに準ずる破砕サイズとする。

③適用地目は畑地および草地を中心に水田および転換畑でも利用できる。水田および転換畑での利用は，モミガラを抜根チップの上部にフィルター層として施工するほうが望ましい(**写真３**)。

写真３　抜根チップ暗渠

質問11

木質チップ疎水材の耐用年数はどれくらいですか。

回答

疎水材は水に浸かっていることから，通常，屋外で木材を使用するよりも，腐朽の進行が遅くなります。カラマツチップの場合，とくに乾きやすい土壌(火山灰など)を除き，一般的な暗渠(あんきょ)施工土壌で20年は使用できると考えられています。抜根チップはカラマツチップより腐朽が速く，また，針葉樹の抜根よりも，広葉樹のそれが腐朽が速いと考えられます。しかし，木材はモミガラなどと比べ，圧縮に強い資材であり，腐朽が進行しても透水のための間隙(かんげき)が維持され，排水効果が持続されます。トドマツチップや抜根チップの耐朽性については調査中ですが，針葉樹チップおよび樹皮付きチップで15年，抜根チップで10年は少なくとも使用できると考えられます。

質問12

今後，木造住宅解体材から家畜敷料を製造しようと計画しているので，敷料に求められる条件を教えてください。

回答

解体材を原料とする場合には，クギなどの異物が付着していますので，異物除去を徹底して行う必要があります。また，敷料は使用後には堆肥化されて肥料として草地や畑に施肥されますので，安全性の面から防腐剤が塗布された木材(防腐処理土台など)の徹底した除去が前提です。

さて，敷料の目的は次のとおりです。

①居住性の確保

・牛の皮膚表面を乾燥させて細菌の繁殖を抑える

・クッション性を持ったものを用いて居住性を良くし，また蹄(ひづめ)を保護する

・保温性を活かして冬期の居住性を良くする

・滑りにくくしてケガを防止する

②糞尿の処理

・糞尿を固形化し取り扱い性を向上させる

・悪臭を吸着して低減する

③堆肥化の促進

・好気性発酵に適した水分調整と通気性を確保する

このような敷料の目的から，今後の木質敷料に要求される条件は次のとおりです。

①なるべく乾燥していること

乾燥している敷料は，糞尿中の水分をたくさん吸収できるので，長く使用できるためです。

②ほこりっぽい粉塵(ふんじん)が除去されていること

作業者や牛の呼吸器を痛めないためです。

③トゲのない形状をもつこと

乳牛の場合，トゲのある敷料を使用すると乳房が傷つきやすく，その傷が原因となって乳房炎を起こしやすくなるためです。乳牛が乳房炎になると，その牛乳は出荷停止となって酪農家の損害となります。

④発酵と乾燥がしやすい通気性のよい適度な粒度をもつこと

使用済みの敷料の堆肥化では，好気性発酵により腐熟が進み，通気性が良いほど高温かつ短期間で堆肥化されるためです。

質問13

おが粉製造機を導入して，間伐木から敷料用おが粉を製造することを考えていますが，今後の敷料の需給動向はどうなるのでしょうか。

回答

平成11年に「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律(通称，家畜排せつ物管理法)」が施行されました。この法律では，平成16年から堆肥化中の家畜糞尿が河川や地下水の汚染源とならないよう，屋根付堆肥舎などの施設内で漏れ出さないように管理することを義務付けています。その場合，生糞尿に十分量の敷料を混合して固形物とする必要があるため現在の倍以上の敷料が必要になると言われ，畜産農家における敷料確保が今後深刻になることが予想されています。北海道では，家畜糞尿の9割が牛糞尿(乳牛69%，肉牛20%)なので，牛舎用の敷料が問題となっています。このため，現在，敷料が不足している地域には間伐木などを原料としたおが粉製造工場(宗谷1，網走6，根室4，釧路11，十勝10)が立地し，また都市近郊を中心に木造住宅解体材や抜根を粉砕した敷料製造工場(渡島1，胆振1，日高1，石狩5，上川3，宗谷1，釧路2，十勝5)が立地して製品を不足地域に販売しています。

さて，「家畜排せつ物管理法」が義務付けられる平成16年の敷料の需給量を推定し，敷料の過不足量を予測した結果を紹介します。詳しい数値などを知りたい方は，林産試験場報15巻5号(2001年9月号)をご覧になってください。

まず，平成16年の牛頭数は11年と同数であると仮定し，次のような設定から今後の糞尿発生量を試算しました。さらに，その結果から敷料需要量を試算しました。

○乳牛の75%の頭数と肉牛の全頭数は敷料を用いた糞尿固形化処理を行い，乳牛の25%は敷料を用いないスラリー(液状)処理を行うこととする。

○固形化処理する乳牛糞尿のうち8割は，水分含量80%になる量の敷料を用いて自家牧草地用の堆肥とする。残り2割は，水分含量73%になる量の敷料を用いて販売用の堆肥とする。
○肉牛糞尿は，全量を水分含量70%になる量の敷料を用いて販売用の堆肥とする。

次に，多くの仮定に基づき今後の敷料供給量を推定しました。

推定した敷料供給量から敷料需要量を引いて今後の敷料の過不足量を予測した結果，桧山・胆振・後志・石狩・空知・上川は敷料が充足する地域，渡島・日高・留萌は敷料が不足する地域，宗谷・網走・根室・釧路・十勝は敷料が窮迫する地域に区分けされました。今後，「家畜排せつ物管理法」を遵守した場合には，現在用いられている農産廃棄物(麦稈(ばっかん)やモミガラなど)や建設廃棄物(木造住宅解体材や抜根など)からの敷料供給量には限界があり，残る敷料資源として輸入品または間伐木からのおが粉に頼らざるを得ない状況が予測されます。

質問14

平成12年の春に「建設リサイクル法」が成立しましたが，今後この法律が施行されると中小の工務店にどのような影響があるのでしょうか。

回答

全国的に最終処分場の残存容量が窮迫しつつある中で，建設廃棄物は最終処分量の4割，不法投棄量の9割を占めています。このように建設廃棄物のリサイクルが社会的に重要な課題となっていることを背景として，平成12年5月に「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律(通称，建設リサイクル法)」が成立し，14年5月までに完全施行される予定です。

この法律で対象となる建設工事の規模については政令で定めることとされており，明らかになっていないものの公表されている政令試案からみて，建築物の解体工事については戸建て住宅の大部分が対象に含まれる一方，新築工事については一般の戸建て住宅は対象にならないと考えられます。

住宅の解体工事について，この法律の骨子を整理すると次のようになります。

①家屋解体時には，特定建設資材として指定されている木材，コンクリート，アスファルト・コンクリートは分別しなければならない。
②分別した廃材を再資源化しなければならない。
③元請け業者は，発注者(施主)に対して解体工事の分別計画を説明しなければならない。
④元請け業者は，下請け業者に対しても分別計画を告知しなければならない。
⑤発注者は，元請け業者から示された計画に基づき，都道府県知事に解体工事計画を届け出なければならない。

具体的には，工務店などが住宅の建て替え工事を受注して解体業者に解体工事を下請けさせる場合，元請けとなる工務店は，発注者(施主)に対して解体工事の分別計画を文書で説明し，下請けに対しても分別計画を告知する必要があります。解体工事では，分別解体が義務付けられ重機で家を一気に壊すミンチ解体が実質的にできなくなるため，分別解体が可能な施工技術が必要になる上に，解体に要する期間や費用が従来より増えると考えられます。

このため，工務店は適切な施工技術をもつ解体業者を選定する必要があります。また発注者(施主)に対しては，工事に必要な費用を負担してもらうため，工事内容を十分に説明する必要があります。

質問15

廃材になった集成材を処分するために焼却したいのですが，接着剤から有害なガスが発生することはないのでしょうか。

回答

木材を構成している成分はそのほとんどが炭素，水素，酸素ですから，燃焼に際して発生するガスはその多くは二酸化炭素あるいは一酸化炭素です。しかし，集成材には接着剤が用いられているために接着剤を発生原因とするガスの発生が予想されます。発生ガスの種類は，接着剤の種類だけでなく燃焼条件によっても異なります。

接着剤の燃焼にともない発生するガスについての研究は端緒についたばかりで多くはありませんが，最近，日本接着剤工業会が実施した報告書が出されました。その一部を表２と表３に示しました。この中には，汎用木材接着剤である水性高分子イソシアネート系接着剤（API，通称「水性ビニルウレタン」），酢酸ビニル樹脂系接着剤(PVAc)，ユリア樹脂系接着剤(UF)が含まれていますが，レゾルシノール系接着剤やフェノール系接着剤は実施されていないようです。実施された木材関連の接着剤から発生するガスは，主たるものは二酸化炭素と一酸化炭素ですが，そのほかに微量成分として種々のものが発生しています。APIではメタン(27mg/g以下)やエチレン(23mg/g以下)のほかにイオン成分としてシアン(0.74mg/g)やアンモニア(3.20mg/g)が発生するとされています。UFでも，シアン(7.58mg/g)やアンモニア(14.5mg/g)の発生が認められています。

いずれにせよ，燃焼環境や周囲の条件を考慮して焼却処理する必要があります。

表２　接着剤の燃焼生成ガス分析(有機ガス成分)[4)]

(単位：mg/g)

	水性高分子イソシアネート系	酢酸ビニル樹脂系	ユリア樹脂系
一酸化炭素	92	48	36
二酸化炭素	490	290	650
水素	2	＜1	＜1
メタン	27	21	1
エタン	2	＜1	＜1
エチレン	23	8	＜1
プロピレン	8	3	＜1
イソブタン	1	1	＜1
1,3-ブタジエン	5	2	＜1
C_5+C_6	1	＜1	＜1
ベンゼン	12	6	＜1
トルエン	7	1	＜1
スチレン	9	＜1	＜1

注：１mg/g以下の成分については省略した

表３　接着剤の燃焼生成ガス分析(イオン成分)[4)]

(単位：mg/g)

	水性高分子イソシアネート系	酢酸ビニル樹脂系	ユリア樹脂系
$HC\ell$	0.064	0.025	0.046
H_2SO_4	0.042	0.097	0.099
HCN	0.74	0.002	7.58
NH_3	3.20	0.015	14.5

質問16

木材の変色のメカニズムとその防除方法について教えてください。

回答

変色は材質劣化のごく初期の段階であり，腐朽や割れなどに比べると強度低下もなく，概して表層の軽微な変化にとどまっているため，表面を研削することで除去できます。しかし，木理や色調の美しさを木材の大きな評価基準の一つとする我が国では，商品価値の低下につながる重大な問題となる場合もあります。

変色を引き起こす要因は生物的なもの，化学的なもの，物理的なものとさまざまであり，樹種によっても変色のメカニズムが異なるため，個々の事例に応じた対処が必要です。

以下に要因別に一般的な防除方法を述べますが，誤った対応をとると変色を助長する結果にもなりかねませんので，詳細については別途ご相談願います。

①光変色

木材は光が当たると変色します。光が当たるに従って色が濃くなる材，薄くなる材など変色の挙動は樹種によってさまざまです。

防止法には酸化チタンや紫外線吸収フィルムによる紫外線の遮へいや，ポリエチレングリコール塗布，変色のもととなる物質の抽出除去などが行われていますが，完全に抑制することは困難です。

②微生物汚染

夏の高温多湿の時期に，製材したばかりの材を土場に積んでおくと，一夜にして赤や黒の無数の斑（はん）点が材面に生じることがあります。これは主にカビの繁殖によるものです。防止法としては，人工乾燥や通風をよくするなどの水分除去が最も有効です。

ほとんどが表層のみの変色ですが，内部に至る変色をおこしている場合は，酸化力が強い次亜塩素酸系漂白剤（次亜塩素酸ナトリウム，さらし粉，二塩素化イソシアヌール酸ナトリウムなど）で脱色しなければなりません。次亜塩素酸ナトリウム，さらし粉を使用する場合は，木材素地を傷めないようにpHの管理や，長時間液に浸すことがないように気を配る必要があります。高価ですが二塩素化イソシアヌール酸ナトリウムの10％水溶液は木材素地を傷めることなく，長時間の処理が可能です。

③加熱および酵素による変色

生材を人工乾燥するとき，温度が高いと材面が変色します。このような変色の原因は，木材中のフェノール成分が，熱や酸化酵素の働きで空気中の酸素と反応し，着色物質に変わることなどが考えられます。防止法としては，伐採後の速やかな乾燥，低温・低湿下での乾燥，還元剤および酵素の働きを抑制する薬剤の使用などがあります。

シナ単板に生じる黄変（オレンジステイン）もこの仲間です。オレンジステインの漂白には過酸化水素が最も適しています。pH10程度の5～10％過酸化水素を50～80g/㎡塗布し，そのまま乾燥します。汚染が強い場合は浸せきすれば完全に除去されます。

④鉄汚染

木製のフェンスや，雨ざらしになった木箱をみると，クギの周りが黒くなっています。これは，木材中のフェノール成分と鉄イオンが化学反応を起こしたためです。超硬，18-8ステンレス，アルミニウムなどに替えて鉄との接触を避ける，含水率を低くするなどで防止することができます。鉄との接触が避けられない場合は，リン酸を含む化合物やキレート剤などの鉄イオン捕集剤を使用します。

鉄汚染の除去にはシュウ酸が有効であり4％程度の水溶液で処理した後，7％の第一リン酸ナトリウム水溶液で処理して再発を防止します。

⑤酸およびアルカリ汚染

アミノアルキッド樹脂塗料で塗装した材面や，ユリア樹脂で接着した接着層が赤変することがあります。これは，樹脂の硬化を促進するために強酸を用いるためです。またコンクリート下地に床板を接着する場合，コンクリートのアルカリ成分が材表面に染み上がり，暗褐色の汚染を生じることがあります。これらの汚染は，原因となる薬剤を極力使用しない，あるいはアルカリ止めシーラーなどで被覆しておくことで防止することができます。

酸汚染の除去には過酸化水素などの漂白剤，アルカリ汚染にはシュウ酸などが有効ですが，pHの管理を十分行い再発を防止する必要があります。

質問17

最近シックハウス症候群についての報道を見聞きしますが，その発生原因と対策を教えてください。

回答

住宅に発生原因をもつ諸症状の病気を通称「シックハウス症候群」と言います。具体的には，住宅に使用されている部材から発生するVOC（揮発性有機化合物）を原因として発症するアレルギー症状，化学物質過敏症などをさします。木質系の住宅部材を発生源にするVOCとしては，代表的なものとしてホルムアルデヒド，トルエン，キシレンがあります。ホルムアルデヒドは合板などの接着剤から，トルエン，キシレンは塗料の残留溶剤から発生します。これらは，ある一定量の濃度以上になると発症し，濃度が増大するにつれて症状は重くなります。表４にホルムアルデヒドの知覚状況と濃度との関係を示しました。近年の住宅は高気密構造になっているために，こうした接着剤や塗料を用いると室内濃度が高くなりやすく，シックハウス症候群を発症しやすい条件がととのっていると言えます。

対策としては，これらを含まない代替品を用いるか，あるいはVOC発生を抑制する対策を講じるということになります。低ホルムアルデヒド接着剤あるいはホルムアルデヒドを含まないノンホルムアルデヒド接着剤はすでに市販されています。価格が比較的高いということを除けば，こうした接着剤の使用は有効です。塗料に関しても，キシレンやトルエンは含まないエマルジョンタイプの水溶性塗料が市販されています。もし，ホルムアルデヒドを含む接着剤やトルエン，キシレンを含む塗料を使用した場合には，十分な換気をすることが有効です。これらのVOCの発生は初期には非常に高いのですが，換気を繰り返すことで急速に減少していきます。住宅施工直後に十分な換気をし，その後時々換気を繰り返すことで室内濃度は低濃度になります。

表４　ホルムアルデヒド濃度と人間への知覚[5)]

空気中濃度(ppm)	知覚状況
0.2	臭気を感じるがすぐに慣れて感じなくなる
0.5	明らかに臭気を感じる
1～2	不快感(目鼻への刺激)を感じる
3	刺激による苦痛を感じる
5～10	目, 鼻, のどに強い刺激を感じる。短時間なら耐えられる程度
10～20	涙やせきがでる。深い呼吸が困難になる
50～100	５～10分で深部気道障害を招く

参考資料

1) 安藤　孝ほか3名：宮崎県工業試験場・宮崎県食品加工研究開発センター研究報告，No.38，5－7(1993).
2) 塩田敦史：特産情報きのこetc.，1998.6，33－35.
3) 炭やきの会編：“環境を守る炭と木酢液”，(社)家の光協会，p.159－160(1991).
4) 日本接着剤工業会技術委員会：接着剤の燃焼ガス分析試験報告書(1999).
5) 多田　治：“労働科学叢書”25，労働科学研究所出版部，p.205(1968).

（梅原勝雄　林産試験場　物性利用科）
（斎藤直人　林産試験場　成分利用科）
（堀江秀夫　林産試験場　再生利用科）
（清野新一　林産試験場　再生利用科）
（中野隆人　林産試験場　接着塗装科）
（山田　敦　林産試験場　化学加工科）