

かぎりある資源を大切に
利用可能な資源はゴミとせずリサイクルに

地球にやさしい 剪定枝葉のリサイクル

—堆肥化・マルチングの手引き—



平成 13 年 5 月

国土交通省 近畿地方整備局
近畿技術事務所 調査試験課

はじめに

近畿技術事務所の調査試験課では、経験上、樹木の剪定作業から発生する剪定枝葉が、良質な堆肥等の緑化資材になることに着目し、平成2年度から、剪定枝葉のリサイクルについて調査を開始した。

平成3年度は、剪定枝葉の実態を把握するため、発生量及び処理方法等についての調査及び、堆肥化予備試験を実施し、剪定枝葉は良質な堆肥になることが実証された。

平成4年度より、技術管理業務の独自テーマとして「道路植栽リサイクルシステムの開発」をスタート、事務所構内に堆肥化培養施設を設置し、堆肥化試験に取り組んだ。

平成5年度～6年度にかけては、リサイクルを前提とした剪定枝葉処理の省力化を目的に、剪定作業現場において瞬時に枝葉の処理の可能な移動式破砕機（当事務所の提案を受け、造園業者が独自で開発）を使用し、剪定作業現場において検証と、堆肥の施用効果等についての調査及び、PR用としてのパンフ・ビデオを作成した。また、堆肥化試験で堆肥になったものは、PR用としての堆肥及び培養土を作り各種イベント等において配布した。

これまでに約3万袋を配布している。

これらの成果は、マスコミからも注目され、平成6年8月28日の朝日新聞の一面トップ記事となったことから、多くの取材や問い合わせ等があり、本テーマについては社会的にも関心が強くなってきていると言える。

本書は、剪定枝葉のリサイクルが、各工事事務所等に普及するにあたり、当事務所においてこれまで検証した結果を踏まえ、剪定枝葉のリサイクルの手引き書として取りまとめたものであり、今後更に研究に努めていく所存であるが、参考にして頂ければ幸いです。

なお、このテーマについて多大のご尽力を頂いた各工事事務所等関係各位に謝意を表する。

マスコミも注目！



| | |
|---------------------------|----|
| 第1章 総則 | 1 |
| 1-1 目的 | 1 |
| 1-2 適用の範囲 | 1 |
| 第2章 剪定枝葉の現状 | 3 |
| 2-1 発生状況 | 3 |
| 2-2 処理の現状 | 4 |
| 2-3 京阪神全体の発生状況 | 4 |
| 第3章 リサイクルシステムの概要 | 5 |
| 3-1 リサイクルのながれ | 5 |
| 3-2 破碎機械 | 6 |
| 3-3 定置式と移動式破碎機の作業効率 | 7 |
| 3-4 チップ材の利用 | 8 |
| 3-5 チップ材の形状 | 8 |
| 第4章 マルチングとクッション材 | 9 |
| 4-1 マルチングとクッション材の概要 | 9 |
| 4-2 マルチングの効果 | 9 |
| 4-3 マルチングの施工方法 | 10 |
| 第5章 堆肥化の概要 | 11 |
| 第6章 堆肥化の手順 | 12 |
| 6-1 堆肥化方法 | 12 |
| 6-2 堆肥化培養施設 | 12 |
| 6-3 ブロック積み培養施設の寸法 | 13 |
| 6-4 水分調整 | 14 |
| 6-5 普通堆肥法と速成堆肥法の水分調整 | 14 |
| 6-6 速成堆肥法に用いる醗酵促進剤の代表的な種類 | 16 |
| 6-7 速成堆肥法に用いる醗酵促進剤の添加方法 | 16 |

第1章 総則

| | |
|------------------------|----|
| 6-8 堆積高さ | 17 |
| 6-9 堆積時の注意点 | 17 |
| 6-10 その他の堆肥化培養法 | 17 |
| 第7章 堆積後の管理 | 18 |
| 7-1 温度と測定頻度 | 18 |
| 7-2 堆積後の温度変化 | 19 |
| 第8章 切返しについて | 20 |
| 8-1 切返し時期 | 20 |
| 8-2 切返し方法 | 20 |
| 8-3 堆積期間中の切返し回数 | 20 |
| 第9章 刈草・竹の堆肥化及び落ち葉の腐葉土化 | 21 |
| 9-1 刈草の堆肥化手順 | 21 |
| 9-2 竹の堆肥化 | 22 |
| 9-3 落ち葉の腐葉土化 | 22 |
| 第10章 完熟度について | 23 |
| 10-1 完熟度の判定方法 | 23 |
| 10-2 植物を用いた完熟度の判定例 | 23 |
| 10-3 完熟後の保存方法 | 24 |
| 第11章 堆肥の施用方法と効果 | 25 |
| 11-1 堆肥施用方法 | 25 |
| 11-2 堆肥施用の効果 | 26 |
| 第12章 参考資料 | 27 |
| 12-1 日本パーク堆肥協会の品質基準 | 27 |
| 12-2 肥料成分の働き | 27 |
| おわりに | 30 |

1-1 目的

近年、廃棄物対策は大きな社会問題となり、平成4年7月に「改正廃棄物処理法」が施行され、廃棄物はリサイクル等により、減量化を図っていくことになった。

国土交通省が管理している街路樹からも大量に剪定枝葉が発生しているが、現在、その大部分が焼却により処分されている。

剪定枝葉は、産業廃棄物には直接該当しないものの、法の中で「野焼き」が制限されたことから、従来のように焼却による処分が困難となってきた。このため、公共の焼却施設に多く持ち込まれることになるが、焼却施設においても年々ゴミの量が増大し焼却場はパンク寸前となっており、剪定枝葉を受け入れない焼却施設も出てきている。

ゴミ問題を抱える自治体においてはゴミの減量化を図るための一施策として、剪定枝葉のリサイクルを模索しているところもあり、当事務所にも近隣の自治体及び他府県からの見学もある。

また、造園組合単位においても枝葉処理の自衛策として、リサイクルの気運が高まっており、早急にリサイクルシステムを確立することが求められている。

こうした背景から、剪定枝葉のリサイクルについて試験調査を行ったものであり、これまでの調査結果をもとに、堆肥化及びマルチング等の手法として取りまとめたものである。

1-2 適用の範囲

本書は、近畿地方整備局管内を対象に調査した結果をもとに作成した手法であるが、他の整備局においては剪定樹種及び気候など、地方毎の条件の違いにより多少堆肥化した堆肥の品質が異なることも考えられるが、大筋は同じ手法である。

なお、堆肥化中には多少臭気（悪臭でない臭気）が発生することもあり、民家の密集したところでは、臭気についての苦情も考慮する必要がある。

但し、適切な手法により堆肥化すれば、悪臭は発生しない。

国土交通省においては平成7年度から「緑のリサイクル事業」を創設し、全国各地に実証プラントを設置（当事務所も参加）し、植物廃材の堆肥化試験を実施しており、平成10年度に「植物発生材堆肥化の手引き」としてとりまとめられた。



PR用の堆肥と培養土

第2章 剪定枝葉の現状

街路樹等の剪定作業からは、大量に剪定された枝葉が発生しているが、調査を実施するにあたり事前に剪定枝葉の実態を把握するため、平成3年度に阪神造園業協同組合を通じ、造園業者を対象に調査した剪定枝葉の現状を次に示す。

2-1 発生状況

剪定枝葉の発生は、図-1に示すように年間を通じ発生している。特に、夏期剪定時期の8月から10月の3ヵ月間に約50%が発生する。

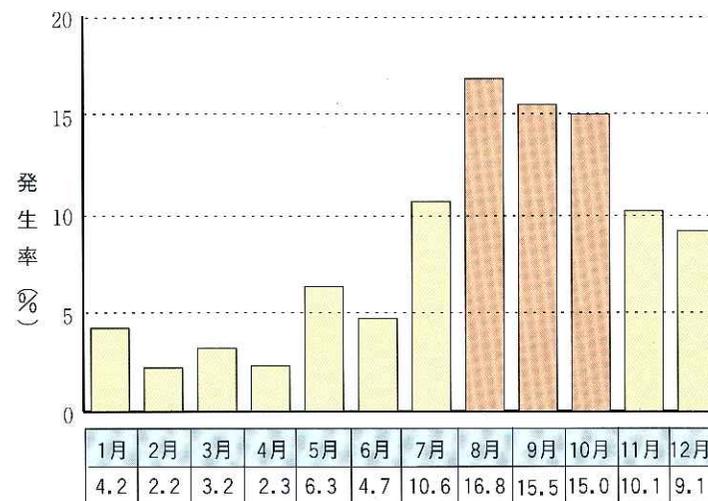


図-1 月別発生状況

2-2 処理の現状

処理されている場所は、図-2に示すように自社用地内・公共施設・民間処理業者の3カ所で全体の93%が処理されている。

処理方法はいずれも焼却され煙に消えており、リサイクルとしての利用は皆無の状態である。

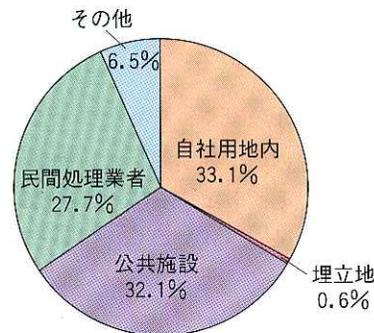


図-2 処理されている場所

2-3 京阪神全体の発生状況

京阪神全体から発生する量等を推定すると表-1のとおりである。

表-1 京阪神全体の推定発生量等

| | | |
|-------------------|-----------------------|----------------------|
| 発生量 | 1 0 0 万m ³ | |
| 処理費用 (運搬費+処分代) | 1 9 億円 | |
| 搬出台数 | 2 t車 | 2 1 万台 |
| | 4 t車 | 2 万 台 |
| 積載量 | 2 t車 | 4 . 1 m ³ |
| | 4 t車 | 9 . 4 m ³ |
| 運搬距離 | 片道 | 1 4 km |
| | 全体の往復距離 | 6 4 4 万km |

発生量は約100万m³(東京ドーム0.8杯分)、処理費用19億円、搬出されるトラックの台数は、2t、4t車あわせ23万台、片道の運搬距離は14kmである。

往復すると664万km(新幹線で東京大阪間、往復約5,900回)の走行距離となる。

以上の発生した剪定枝葉の量をリサイクルすれば、堆肥が約15万m³(1袋40Lに換算すると375万袋)、マルチング材にすると約30万m³(10cm厚さに敷き詰めたマルチング面積に換算すると300万m²)になる。

このように大量な資源が現状では煙に消えていることになる。

第3章 リサイクルシステムの概要

3-1 リサイクルのながれ

剪定枝葉リサイクルのながれは図-3の工程となるが、剪定枝葉のリサイクルは、枝葉の破碎(チップ化)が基本である。

図-3は、定置式破碎機と移動式破碎機を使用した、リサイクルのながれを示している。

定置式による破碎は2~3の積込、運搬を経て破碎する。

一方、移動式は剪定作業現場で破碎が可能であり、2~3が省略できる。

定置式、移動式で破碎されたチップ材は、即、5のマルチング材または6のクッション材として使用できる。

堆肥にする場合は、7のような培養施設に堆積すれば堆肥になる。

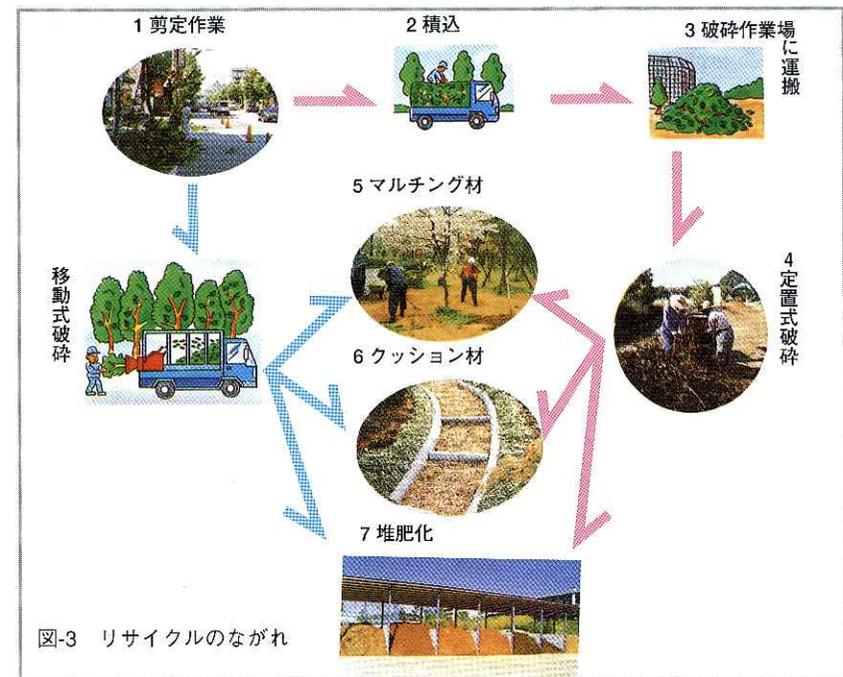


図-3 リサイクルのながれ

3-2 破碎機械

破碎機械には、定置式と移動式がある。

「定置式」とは、破碎基地に機械を据付け破碎する形式で、写真-1～3に示す小型から、大型まで各種開発されている。

「移動式」とは、剪定作業現場において剪定された枝葉を瞬時にチップ化できる機械である。

移動式破碎機は開発されて日が浅く、現在、近畿技術事務所で把握している移動式は、写真-4・5に示すA社、B社の2機種である。

しかし、最近、他社においても開発される気運があり、近い将来には数種類の機種が開発されるものと思われる。



写真-1 小型破碎機械 (例)



写真-2 中型破碎機 (例)



写真-3 大型破碎機 (例)

3-3 定置式と移動式破碎機の作業効率

定置式と移動式破碎機の作業効率を比較すると図-4となる。

この図は、2t車一台あたりの剪定枝葉を定置式と移動式で破碎した場合の、破碎完了までの時間を比較している。

定置式による破碎は、剪定現場での積込、運搬を経て破碎作業場において破碎するため、破碎の完了まで約4時間が必要である。

一方、移動式は、定置式の積込時間以下で、破碎が可能であり大幅に省力化される。

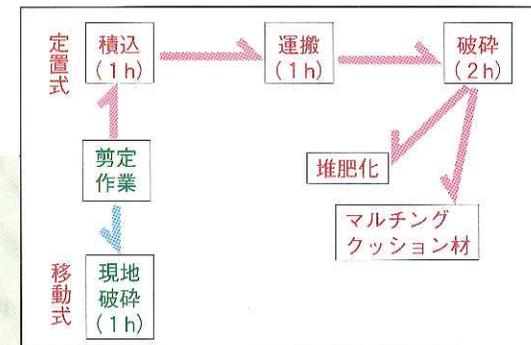


図-4 定置式と移動式の作業効率
(作業時間は検証結果より)



写真-4 A社の移動式破碎機



写真-5 B社の移動式破碎機

3-4 チップ材の利用

破碎したチップ材は、マルチング材・クッション材・堆肥として再利用できる。

ただし、堆肥化には夏期剪定等から発生する葉の多く付いた針葉樹以外の材料が最適であり、マルチング材・クッション材には冬期剪定から発生する葉の少ない材料又は伐採木及び針葉樹類が適している。

葉が多く付いた剪定枝葉の材料は、醗酵状態が良好で良質な堆肥になる。

一方、葉の少ない材料又は伐採木で木質の多い材料及び針葉樹類は、醗酵状態が葉の多く付いた材料に比べ不良であり、堆肥化の期間が長く必要であることから、マルチング材又はクッション材に適している。

マルチング材又はクッション材は、腐植化の進行が遅いほどマルチング又はクッション材として長期間持続効果がある。

3-5 チップ材の形状

チップ材の形状は、破碎機の機種によりまちまちであるが、堆肥化に理想的なチップ材は、図-5 に示す形状の細かいチップ材が適している。

粗いチップ材は堆肥化に時間がかかると共に、均一で良質な堆肥になりにくいので、できるだけ細かく破碎できる機種を選定するか、又は2次破碎によりできるだけ細かく破碎することが大切である。

マルチング材又はクッション材に使用するチップ材についても、堆肥化と同じ形状のチップ材が最良であるが、多少粗いチップ材でもよい。

マルチング材又はクッション材に使用するチップ材の最大形状は、長さ、幅、厚さとも堆肥化チップ材に比べ1.5倍程度までのものがよい。

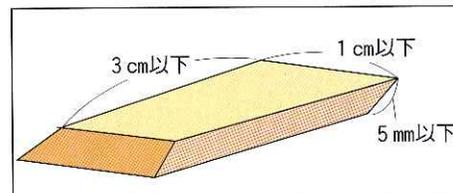


図-5 チップ材の形状(例)

第4章 マルチングとクッション材

4-1 マルチングとクッション材の概要

マルチングとは、写真-6 に示すように、チップ材等で緑化地の地表部を被覆することであり、雑草繁殖の抑制の他に多くの効果がある。

従来までのマルチング材料は、敷きわらが主流であったが、最近では各種のマルチングボードも開発されている。



写真-6 マルチング施工

クッション材とは、写真-7 に示す植栽地又は公園等の散策路の通路に敷き詰めることにより、歩行時にクッション効果があり、公園等にマッチした通路になる。



写真-7 クッション材の施工地

4-2 マルチングの効果

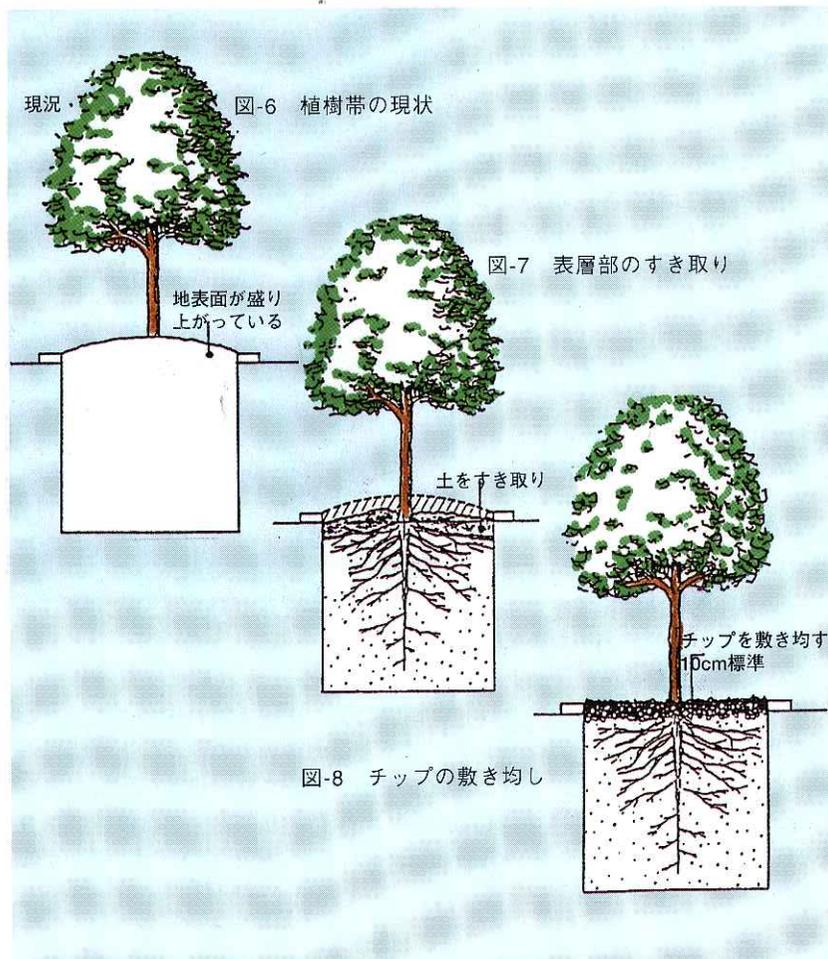
マルチングは地中温度を安定させ夏季の地温温度の上昇の抑制、冬季は保温効果があり、土壤の乾燥を防止する。

また、雑草繁殖、土壤の浸食防止、雨滴による土壤表面の固結防止になる。

なお、チップ材を用いたマルチングは、上記の各効果の他に、有機物であることから最終的には土になり、良質な表土が形成され、植物の生育に良い効果を与えるという自然の循環機能が生まれる。(広葉樹林内では毎年落ち葉が堆積するが、堆肥に換算すると $800\text{g}\sim 1.6\text{kg}/\text{m}^2$ になり、植物の生育により表土が形成されている)

4-3 マルチングの施工方法

道路植栽の植樹帯に施工する場合、現況の植樹帯の多くは図-6に示すように、地表面が盛り上がり（植栽基盤材（土壌）の搬入に問題ある）、図-7に示すように、表層部分の土をすき取ってからマルチングする必要がある。マルチングの施工は、図-8に示すように厚さ10cmを標準として敷き詰める。（10cm以下では効果がうすく、また、10cm以上は醗酵熱の出るおそれがある）



第5章 堆肥化の概要

堆肥化は、微生物が有機物を分解することにより、発熱醗酵し堆肥になる。微生物には多くの種類があり、大きく分類すると空気を必要とする好気性の微生物と、空気を必要としない嫌気性の微生物に分かれる。

堆肥化は、一般に好気性微生物の活動で堆肥になるが、堆肥化中には部分的に堆積物の空気の減少、水分過多等の嫌気現象の発生も起こるが、この場合には、嫌気性微生物も活動する。

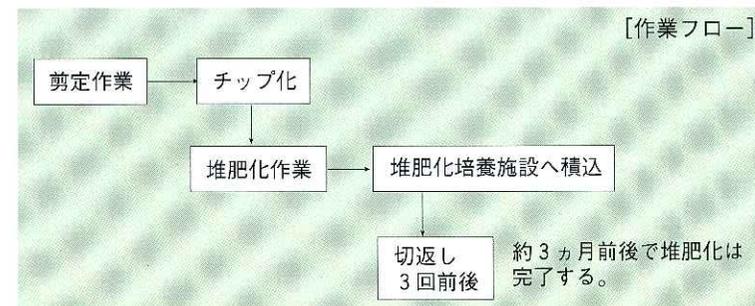
堆肥化の過程は、微生物の活動に適した条件（水分等）のチップ材を堆積すると、堆積初期の分解微生物として、好気性の糸状菌や細菌の微生物が増殖しタンパク質、アミノ酸、糖質などの分解しやすい物質が分解され、微生物の盛んな呼吸により熱が発生し、堆積物の温度が上昇する。

堆積温度が60℃以上に上昇すると糸状菌や細菌が衰退し、その後、高温性の放線菌が活動し繊維質を分解する。放線菌の分解がピークを超える（堆積後約1ヵ月）と、堆積物の温度は下がりはじめるとともに、堆積内部の空気も微生物の呼吸により減少し、堆積内部が酸素不足となり嫌気傾向になる。

堆積温度が下降し始めた時点で堆積物を攪拌混合（切返し）し、微生物の活動源になる空気と水を補給すると、再び好気性の微生物が活動し堆積物の温度が上昇する。

この切返しを数回繰り返すと、微生物が分解する有機物が無くなり、堆積温度も切返しごとに下降する。

堆積温度が常温になれば完熟した堆肥になる。



第6章 堆肥化の手順

6-1 堆肥化方法

堆肥化には、水分のみ加える「普通堆肥法」と水分と醗酵促進剤を添加する「速成堆肥法」及び特殊な微生物を加えた「特殊堆肥法」がある。

また、プラント化した大規模施設による堆肥化法もあるが、いずれの堆肥化法も完熟した堆肥の品質は同程度であることから、近畿技術事務所としては堆肥化に少し期間が必要であるが、添加物等を使用しないことから経済的である「普通堆肥法」を推奨する。(普通堆肥法の堆肥化期間は約4~5ヵ月、速成堆肥法では約3ヵ月前後である)

6-2 堆肥化培養施設

堆肥化の培養は、露天の野積み(写真-8)と屋根を設置したブロック積み培養施設(写真-9)で培養する方法がある。

また、公園内等の人の多い所で、堆積物が外部から見えないようにするのであれば、堆肥舎周囲をブロック積みとし扉を付けた堆肥舎(写真-10)とする方法も考えられる。

なお、露天の野積みについては簡易であるが、雨水が浸透するので、できることなら写真-9の屋根を設置したブロック積み培養施設とする。



写真-8 露天の野積みによる堆肥化



写真-9 ブロック積み培養施設

6-3 ブロック積み培養施設の寸法

培養施設のブロック高さは2m以上。間口、奥行3m以上。

屋根高は、攪拌混合機械のバケットを最上部まで上げたときに支障のない高さに設置する。(図-9参照)

培養施設の床面は、コンクリート面とする。なお、培養施設前面に水分調整等に必要のコンクリート面の広場を設ける。

また、堆積の初期には堆積底から浸出液(黒茶の液、写真-8参照)がにじみ出ることがあるので、培養施設の床面は前または後方向に勾配を付け、簡単な側溝を設け集水柵(写真-11)を設置する。

浸出液は、植物体の分解した腐熟液であり、無害である。集水柵に集められた浸出液を堆積物にふりかけると、醗酵を促進する効果があると言われている。

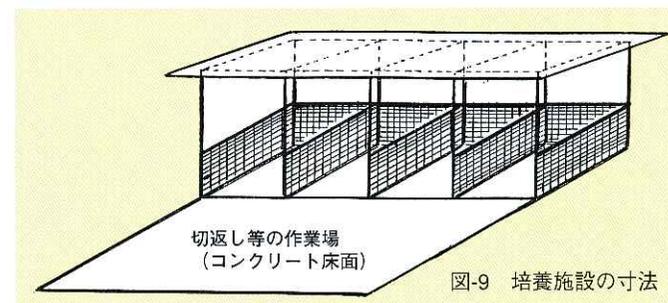


写真-10 扉を設置した培養施設

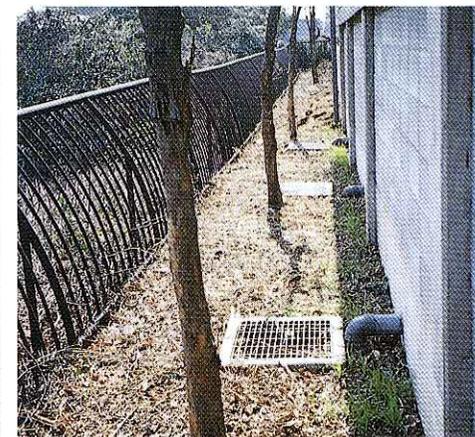


写真-11 培養施設裏の集水柵

6-4 水分調整

水分は、微生物が活動するために必要な大切な活動源になる。

微生物が活発に活動する最適な水分量は、感覚的な判断になるが堆積物を手で握ったとき、手の平に水分を少し感じる程度で、握った堆積物が固形化したときが最適な水分量であり、水が流れてる場合は水分過多である。

水分過多の場合は、堆積物中の空気の流通が悪くなることから、空気を必要としない嫌気性醗酵を起こし、悪臭が発生し良質な堆肥にならないので、最適水分量になるまで広場に拡げ乾燥後堆積する。

6-5 普通堆肥法と速成堆肥法の水分調整方法

普通堆肥法・速成堆肥法の水分調整はともに同じで、培養施設内で調整する方法と、広場に拡げ調整する2方法がある。

培養施設内での水分調整

施設内にチップ材を1層30cm程度堆積した後、写真-12に示すように堆積物の上部から、最適水分になるまで散水する。

2層目以降も同じ要領で堆積物を積み上げ、各層ごとに水分調整を行う。



写真-12 培養施設内での水分調整

広場での水分調整

広場での調整は、写真-13に示すように広場に堆積物を20~30cm厚さに拡げ、散水を行うと同時に適宜攪拌し、最適水分量に調整後、培養施設内に堆積する。

なお、培養施設内での水分調整は、30cm厚さに積み上げた堆積物の上部からの散水で調整するため、堆積物全体を均一な水分量に調整することは困難である。

施設内の調整に比べ、広場での調整は攪拌しながら調整するため、ほぼ均一な調整ができることから、近畿技術では、広場での水分調整を推奨する。



写真-13 広場での水分調整

6-6 速成堆肥法に用いる醗酵促進剤の代表的な種類

醗酵促進剤には多くの種類がある。

ここでは代表的な種類のみを表-2に記載する。

表-2 代表的な醗酵促進剤の種類と添加量

| 種類 | 添加量 (kg/m ³) | 備考 |
|-------|--------------------------|-------------------|
| 米ぬか | 8.5 kg | |
| コーラン | 5~10 kg | |
| VS菌 | 8.5 kg | |
| 尿素 | 2~5 kg | |
| 石灰 | 500 g | |
| 過燐酸石灰 | 8.5kg | 栄養分及び悪臭を押さえる効果がある |

6-7 速成堆肥法に用いる醗酵促進剤の添加方法

醗酵促進剤の添加方法は、水分調整と同じく培養施設内で調整する方法と広場での調整方法がある。

培養施設内での添加

水分調整と同じく堆積するチップ材を 30 cm 程度施設内に堆積し、堆積した上部に所定量の添加物を散布後に水分調整する。

2層以降各層とも同じ要領である。(写真-14参照)

広場での添加

水分調整と同じように堆積物を拡げ、所定量の添加物を散布後、攪拌しながら水分調整後培養施設に堆積する。(写真-15参照)

なお、醗酵促進剤の添加についても水分調整と同じく、広場での添加が均一な添加となる。



写真-14 培養施設内での添加



写真-15 広場での添加

6-8 堆積高さ

培養施設内に堆積する高さは、堆肥化に大きく影響する。

最適な堆積高さは 150~200cm の範囲である。

培養施設内で 1 層 30cm ごとに堆積する場合の層数は 6 層前後である。

堆積高さが 200 cm 以上になると堆積物の荷重で堆積物が圧密され、堆積物中の空気量が減少するため嫌気性醗酵を起こし堆肥化が進行しなくなり、悪臭が発生する原因にもなる。

また、150 cm 以下の堆積高さでは醗酵熱の上昇が悪く、堆肥化の進行が遅くなる。

6-9 堆積時の注意点

堆積は圧密しないように堆積することが最良な堆積である。

堆積時に、堆積物を機械等で踏み固めると堆積物が圧密され、嫌気性醗酵の原因になる。堆積完了後は雨水の浸透防止と醗酵熱の下降および乾燥を防ぐため、堆積物全体をシートで覆う。

6-10 その他の堆肥化培養法

その他の堆肥化法として、写真-16に示すドーム型の培養器を用いた堆肥化法がある。

この堆肥化法の特徴は、水分調整した堆積物を培養器に搬入し堆積物の下部から強制的に堆積内部の醗酵熱の空気を循環することにより堆肥化する方法である。

培養器の容量は 6 m^3 と 13 m^3 の 2 種類がある。

この堆肥化法の利点は、培養施設が不要で培養器を置く面積と電源があればよく、切返しも不要である。



写真-16 ドーム型培養器

第7章 堆積後の管理

堆積後は堆積物の内部温度を測定し、醗酵状態（水分調整の良否）および切返し時期の判断資料とする。

7-1 温度測定と測定頻度

温度測定部位は、堆積物の中心部の温度を測定する。

測定に用いる温度計は、写真-17に示すような1.5m程度の棒状温度計（棒の先端に温度センサーがある）を写真-18に示すように堆積物の中心部に挿入し測定する。

なお、測定箇所によって温度のバラツキがあるので、あらかじめ測定箇所に塩ビパイプを埋設し、同じ位置で測定する。

測定頻度は、1週間に2回程度でよい。測定値は記録しておく。

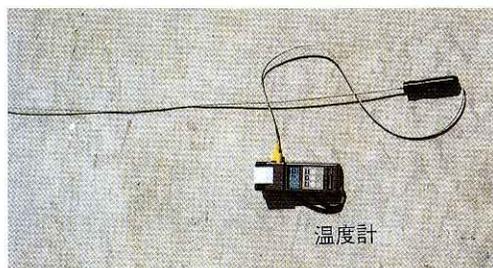


写真-17 温度計とセンサー（例）



写真-18 温度測定位置

7-2 堆積後の温度変化

堆積後、堆積物の内部温度は急激に上昇し、2~3週間すると約70℃前後まで上昇する。

図-10は堆積物の温度変化を示している。

堆積内部の温度が70℃前後の高温になれば、水分調整が適切であり堆積方法は良好であったと判断してよい。

しかし、温度の上昇が鈍い場合、または、70℃前後の高温に上昇しなかった場合、および悪臭が発生したときには、水分調整等の堆積方法が不適であったと判断し、水分量をチェックする。

水分過多の場合は、広場に堆積物を薄く広げ天日乾燥する。

また、堆積物が乾燥している場合は、悪臭の発生はないが、乾燥していると醗酵（発熱）が悪く温度が上昇しないので、再度水分調整して堆積する。

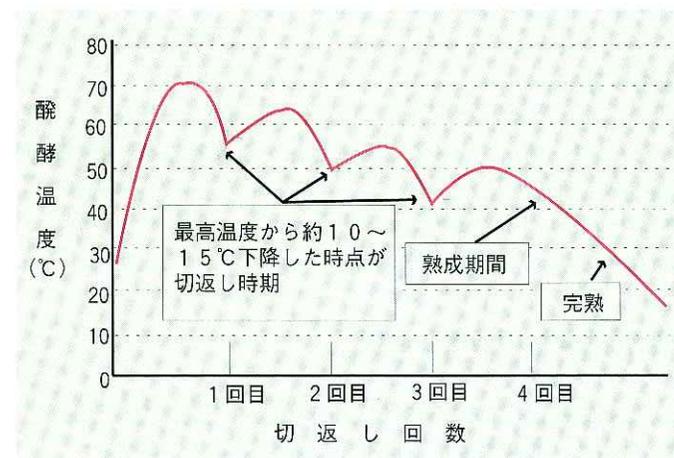


図-10 堆積物の温度変化（例）

第8章 切返しについて

切返しは、堆積物の醗酵を促進させるため、堆積物に空気と水分を補給する作業である。(写真-19参照)



写真-19 切返し作業

8-1 切返し時期

切返し時期の目安は、図-10に示すように、切返しごとに堆積物の最高温度は徐々に低下するが、切返しの目安は最高温度から約10～15℃下降した時点が適している。(堆積後温度が上昇し約10～15℃下降するまでの日数は堆積後20日～1カ月である)

8-2 切返し方法

堆積物を広場等に搬出し、水分調整と同時に堆積物全体を充分攪拌した後再度、培養施設に堆積する。

水分調整と堆積方法は、第5章の5-3・4に準じる。
2回目以降の切返しも同じ要領で切返しを行う。

8-3 堆肥化期間中の切返し回数

切返しごとに最高温度は徐々に低下(図-10参照)していく。切返しを3～4回程度繰り返すと、最高温度は50℃前後より上昇しなくなる。

最高温度が50℃前後より上昇しなくなれば、ほぼ堆肥化が完了しているので、その後は切返しをせずそのまま放置(熟成)する。

堆積温度が常温程度まで低下すると、完熟したと判断してよい。

第9章 刈草・竹の堆肥化及び落ち葉の腐葉土化

剪定枝葉の堆肥化を応用すれば、道路法面・河川堤防等の維持管理作業から発生する刈草及び竹についても、堆肥化は可能である。

また、秋の落葉期になると、公園及び道路上には大量の落ち葉が落葉するが、これらも集積し堆積すると良質な腐葉土になる。

写真-20は、近畿技術事務所で試験した生育結果である。

生育結果から刈草・竹・腐葉土の品質を見ると、市販されているパーク堆肥及び園芸培養土と同等に生育したことから、良質な堆肥・腐葉土になったことが実証される。



写真-20 刈草・竹・腐葉土の生育

9-1 刈草の堆肥化手順

刈り取った刈草は、半乾きの状態のときに集積し破碎することが、刈草堆肥化の秘訣である。

刈り取り直後の生の物を堆肥化すると、草種の中には含水比が500%程あるものもあり、水分を大量に含んでいるため堆肥にならず、どろどろに腐った状態になり、嫌気性醗酵を起し強烈な悪臭を発生する。

又、カラカラに乾燥したものでは破碎時に埃が多く発生することと、水分調整時に水をはじき、水分の含みが悪く水分調整が困難になるので、半乾きのときに集積し破碎するのが最善な方法である。

破碎する長さは、5cm以下が適当である。

水分調整及び堆積方法等については、第6章から第8章に準じる。

なお、草のみを用いた堆肥化は、団状になることがままあるので、できれば、剪定枝葉等のチップ材を約2～3割混合すると、団状にならず扱いやすくなる。

堆肥化が完了したもので団状になったものがあれば、破砕機で破砕するとほぐれる。

9-2 竹の堆肥化

竹についても、第6章から第8章に準じ堆肥化すれば良質な堆肥になる。但し、竹は組織が硬いのでできるだけ細かく破砕することが、ポイントである。

又、剪定枝葉に比べ堆肥化の速度が遅いため、醗酵補助剤として第6章の6-6に記載している醗酵促進剤を添加すると、堆肥化期間を短縮することができる。

9-3 落ち葉の腐葉土化

落ち葉の腐葉土化は、破砕作業が不要であり簡易に良質な腐葉土が作れる。腐葉土化の手順は、堆肥化手順の第6章から第8章に準じ行う。

なお、公園においては、落葉期に関わらず年中清掃作業から落ち葉が発生しているが、これらの落ち葉もストックする集積場を設け、ある一定の量になれば堆肥化手順に基づき腐葉土化後、公園の大地に還元すると、樹木の生育に適した良質な土壌基盤が形成され、緑が再生される。

第10章 完熟度について

完熟とは、植物の生育に対し有害な物質が無くなった品質状態を指す。未完熟な堆肥は植物の生育を妨げる有害な物質が残留しているために、生育障害を起こす原因になる。十分に発熱醗酵すれば有害物質は分解される。

10-1 完熟度の判定方法

完熟度判定方法は下記に示すイ～ヘが用いられている。この中でロ以外は簡易に判定が可能であり、一番確実な方法はハの植物による判定である。

- イ 堆積物の温度による判定……堆積物の温度が常温程度になる。
- ロ 炭素率による判定……炭素と窒素の比率が30以下になる。
- ハ 植物による判定……種を蒔いて正常に発芽生育する。(二十日大根、小松菜等が多く用いられ、約3週間で結果が出る。写真-21参照)
- ニ 堆積物の色による判定……堆積物が黒みをおびる。
- ホ 手ざわりによる判定……堆積物を手でもむと簡単に崩れる。
- ヘ 水による判定……堆積物をひと握り、水を入れたバケツに入れ、攪拌すると短時間に沈殿し水が濁らない。

完熟度の判定基準の参考資料として第9章、9-1に日本パーク堆肥協会の品質基準及び肥料成分の働きを9-2に添付している。

10-2 植物を用いた完熟度の判定例

近畿技術事務所で堆肥化した剪定枝葉堆肥の完熟度を植物を用い判定した結果を、写真-21に示す。試験に用いた植物は二十日大根である。

この試験には剪定枝葉堆肥の比較として、パーク堆肥2種類と園芸培養土

2種類および改良材を混入していないマサ土を用いた。(マサ土に対する剪定枝葉堆肥とパーク堆肥はマサ土に対し30%混入、園芸培養土は100%)

この試験結果から剪定枝葉堆肥の完熟度を判定すると、市販されているパーク堆肥及び園芸培養土2と同等の生育状態であったことから、完熟した品質になったことが証明される。

なお、園芸培養土1の生育の悪い原因は、未成熟な改良材が混入されていたことが考えられる。

未成熟な堆肥等の有機物を施用すると、未成熟な有機物は土壌中の窒素分を吸収し分解されるため、植物が吸収する窒素分が欠乏することから、植物が窒素飢餓状態となり生育に障害が出る。

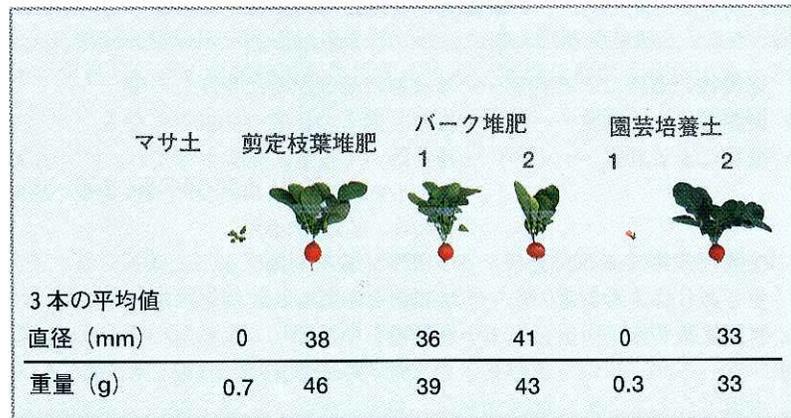


写真-21 二十日大根を用いた完熟度の判定試験

10-3 完熟後の保存方法

完熟後、使用するまでの保存は、培養施設に堆積したまま熟成（二次醗酵）させるとよりよい堆肥になる。なお、培養施設を空ける場合は袋に詰め保管する。袋詰めした場合は嫌気性となり有害酸が発生する恐れがあるので、空気の流入を図るため、袋には数箇所小穴（3mm程度）をあけておく。

第11章 堆肥の施用方法と効果

堆肥化した堆肥は、緑化地の土壌条件を改善するための土壌改良材として使用する。

11-1 堆肥施用方法

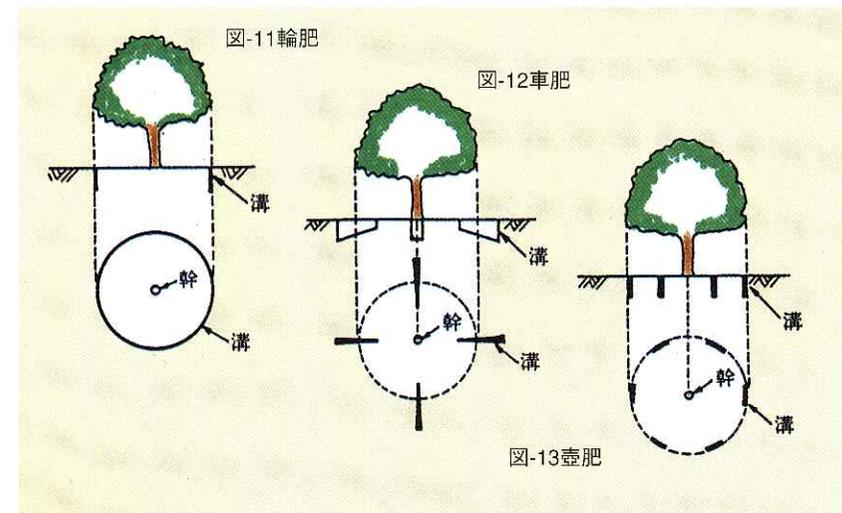
新規植栽工事および補植においては、客土に約30%混合する。

植栽されている高木類の施用については、図-11～13に示すように「輪肥、車肥、壺肥」の施用方法がある。

「輪肥施用」は、樹冠の外周線下に深さ、幅とも20cm程度の溝を掘り、堆肥を約半分の深さまで敷込み覆土するものである。

「車肥」は、樹幹を中心とした放射線状に深さ、幅とも20cm程度の溝を4箇所程度掘り、輪肥と同じく堆肥を敷込み覆土するものである。

「壺肥」は、樹冠の外周線下に深さ、直径とも20cm程度の穴を数箇所掘り、堆肥を敷込み覆土するものである。



第12章 参考資料

なお、植樹桝に植栽された高木についての施用は、樹冠の外周線下での施用は不可能であるので、植樹桝内においては現地に適した溝または穴を掘り施用する。

中低木の単木植栽や小規模な寄植えの場合は高木に準ずる。

列植や寄植えの場合は、その周囲に深さ幅とも20cm程度の溝を掘り、高木に準じた量の堆肥を施用する。

11-2 堆肥施用の効果

写真-22は堆肥施用箇所の発根状況である。

この調査は堆肥施用後1年経過時に施用箇所を掘あげた写真である。

堆肥施用部位の土壌は腐植質に富み、根系が多く発達した。

このように腐植質の欠乏した土壌に堆肥を投入すると根系が良好に発達したことから、緑化樹木の樹勢回復の効果は大である。

堆肥の投入方法は、11章に準じる。

緑豊かな道路緑化にするためにも堆肥等の有機物の施用が大切である。



写真-22 堆肥施用部位の根系発達状況

12-1 日本パーク堆肥協会の品質基準

日本パーク堆肥協会では、不良品防止のため表-3に示す品質基準を設けている。

また、道路緑化技術基準には炭素率は30以下と記載されている。

表-3 日本パーク堆肥協会の品質基準

| 項目 | タバックス | A級品 | B級品 |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 有機物 | 70%以上 | 70%以上 | 70%以上 |
| 全窒素(N) | 1.5%以下 | 1.2%以上 | 0.8%以上 |
| 全リン酸(P205) | 1.0%以下 | 0.5%以上 | 0.3%以上 |
| 全カリ(K20) | 0.5%以下 | 0.3%以上 | 0.2%以上 |
| 炭素率(C/N比) | 35以下 | 35以下 | 45以下 |
| PH | 6.5~7.5 | 5.5~7.5 | 5.5~7.5 |
| 塩基置換容量(CEC) | 70me/100g以上 | 70me/100g以上 | 70me/100g以上 |
| 水分 | 60±2% | 60±5% | 60±5% |
| 幼植物試験 | 異常を認めない | | |

12-2 肥料成分の働き

「窒素」のはたらき

窒素分は植物細胞の主成分である蛋白質や炭酸同化に必要な葉緑素を作り葉や茎の発育に必要な養分であり、不足すると葉が小さくなると共に葉色も淡くなり、花木類では花付きが悪くなる。

「りん酸」のはたらき

りん酸は、細胞の核タンパクや貯蔵養分の生成移動に関係し、根、茎、葉の数が増えると共に、花や種子の生成を盛んにする働きがある。

欠乏すると葉が小さくなり生育が悪くなる。

「カリ」のはたらき

カリは、糖やデンプン、蛋白質を作ったり、それを移動・蓄積したりする働きがあり、開花結実を促進させ、植物の抵抗にも役立つ。不足すると葉が黄化し、しだいに褐色に変わり落葉する。

「炭素率 (C/N比)」とは、炭素と窒素の比率である

新鮮な落葉の炭素と窒素の比 (C/N比) は50から100前後で、一般に針葉樹は高く広葉樹は低い傾向にある。こうした有機物が微生物により分解されるにつれC/N比は小さくなり、最終的には10前後になる。

堆肥化速度はC/N比の値により大きく左右され、C/N比が60以上では分解速度が著しく遅く、10~30では有機物の分解が速やかであり、7~10で分解速度が最大になる。

有機物は微生物の活動により分解されるが、C/N比が高い堆肥化途中のもの、また、未熟な改良材等を使用すると、分解過程において窒素が微生物の菌体に取り込まれるため、植物に窒素分が供給されず植物が窒素飢餓状態になり、生育を悪くする原因になる。

「塩基置換容量」とは、養分の吸着能力を示す値であり、堆肥化が進むにしたがい値が大きくなる

バーク (樹皮) の塩基置換容量は30~40前後、おが屑では5~10%内外であるが、堆肥化されると70以上の値になり、堆肥化の程度を知る指標になる。(土壌養分は水に溶けた後は陽イオンとして存在し、粘土や腐植を構成する土壌コロイドはマイナスの電気を帯びており、土壌養分はこのマイナスに荷電した土壌コロイドによって電氣的に吸着される。このため、土壌および腐植の粒子がマイナスの電気を帯びるほど土壌養分の保持能力が大きくなる。なお、コロイドに吸着されたものは、根が吸収できる状態にあると考えてよい)

「PH」について

一般に植物は中性~微酸性の土壌が適し、樹木ではやや酸性側を好むものが多い。

土壌中に含まれる養分は、PH6前後で最も良く有効化し、酸性が強くなるにしたがいカリウム、カルシウム、マグネシウムなどが溶脱して欠乏すると共に、りん酸や微量元素のモリブデン、ホウ素などが不溶性となってその有効性が低下。反対にアルカリ性になると鉄、マンガン、亜鉛などの溶解度が低下し有効性が減少する。

おわりに

現在、地球環境をとりまく状況は大気汚染、オゾン層の破壊、酸性雨など深刻であり、ゴミ問題も大きな課題になっている。

剪定枝葉のリサイクルは、大規模なプラント設備をしなくても、簡単な堆肥舎に堆積するだけで良質な緑化資材を生産することができる。

また、リサイクルした枝葉を、腐植分が欠乏した緑化地に還元すれば、緑が再生されると共に、併せてゴミ対策の一助になる。

近畿技術事務所では、今後さらにリサイクルが普及するよう研究を進め、PR活動等に努めていく所存である。

■参考文献■

| | 発行年月 | 発行所 |
|----------------|----------|--------------|
| 『道路緑化技術基準・同解説』 | 昭和63年12月 | 社団法人日本道路協会 |
| 『緑化地の土壌改良』 | 昭和62年6月 | 財団法人日本緑化センター |
| 『コンポスト化技術』 | 1993年5月 | 技報堂出版 |
| 『土と肥料』 | 昭和52年9月 | 誠文堂新光社 |
| 『有機質肥料と微生物資材』 | 1994年5月 | 農山漁村文化協会 |

剪定枝葉のリサイクル

— 堆肥化・マルチングの手引き —

平成 8年 3月 第1版発行
平成13年 5月 第2版発行

監 修：国土交通省 近畿技術事務所
発行者：社団法人 近畿建設協会

〒540-0012
大阪市中央区谷町2-9-3 近鉄大手前ビル1F
TEL. 06-6947-0202