

ドラム缶式岩崎式高速炭焼き窯の詳細について

群馬県太田市在住 岩崎 眞理

「現代農業九月、十一月号」の“炭焼きは天下の楽しみ”に掲載された炭焼き窯のイラストについて多くの読者からの詳細を知りたいとの要望が多く寄せられました。よって炭焼き窯の作製方法と取り扱いなどを書きましたので読者の方々の参考になれば幸いです。

岩崎式高速炭焼き窯が出来たわけ

私の仕事は高校生や大学生に電気の科目を教える事が本業です。この高速炭焼き窯の開発をするきっかけとなったのは日本炭焼きの会故・岸本定吉博士が炭による足尾山地の土壤中和を提唱し、賛同した各団体やボランティアの方々が炭焼きを行い、その炭を持って山に入り弱った松の木の根元に炭を敷き入れ松を救ってきました。この時の炭焼きボランティアに参加をした時にドラム缶の炭焼き窯で炭を作るのに十時間もかかり一泊二日の仕事であった事をつぶさに見て、この程度の窯なら何とか短時間で炭焼きが終えるように改良出来ると簡単に考えて研究開発を始め、試行錯誤をして3ヶ月後には3時間半ほどで炭焼きが出来るようになり、また趣味の方や本業の炭焼きの方からの希望や要望を取り入れ実験を行い、次の冬にはセラミックブランケットを一部に使い1000℃の高温にも成功した。また故岸本先生から高温炭は重金属の吸収が顕著になることを聞き、渡良瀬川は足尾の鉍毒により重金属などに汚染されていたので、その為の高温改良窯としてセラミックブランケットを内部に使用して1222℃の最高温度の窯を作り、さらに一般用として窯の改良を重ね1100℃耐熱の窯を完成させた。その後小中高校での総合学習が始まり、日本文化である炭焼きの歴史と理解をはかった。そして子供の理科離れを無くす為に、竹炭を利用した科学実験として、竹白炭の電池で発光ダイオードの点灯実験やエジソン電球や鉍石ラジオに炭

のダイオードを使うことなど各種考え、総合学習として児童生徒が簡単に学習できるマニュアルを作成した。そして各地の学校で実地学習して結果の検証をしてもらい窯の使い勝手や文の不具合を無くしていった。また2年前より土の断熱材を鹿沼土に変更して効率を上げ最短時間は乾燥竹材を使用し二時間以下の最短記録を出した。炭焼き実験は現在までに450回以上行ない、窯はさらに研究改良の途中である。

竹や木や植物から炭が出来るまで

炭は竹や木を高温度の状態では酸素(空気)をなくして、内部の物質を固体や期待に変え、気体は煙として外に出し、そして最後まで残った金属酸化物と炭素の混合物が炭です。何故炭素が残る次の理由は炭素の溶融温度は3800℃以上で、蒸発温度は4200℃以上の高温の性質を持っている為です。竹や木が炭化する時の温度の180~220℃あたりはヘミセルロースやセルロースなどが吸熱反応をします。そして400℃程度ではリグニンなどが反応を行います。その化学変化で出来た煙の中には多種の成分を含んでいます。この煙を冷却することにより竹酢液や木酢液を採取し、利用できます。ただし低温ではメタノール(78.7℃)生成がありそして高温ではタール(発癌性物質)の生成があり、安全な温度帯は木炭協会などから基準温度として出されています。

竹・木炭が酸性の土壌改良剤として最適なわけ

日本各地に降る雨はアジア大陸で使われている石炭や石油の中に含まれている硫黄が燃え、空気中の窒素成分が酸化物になることにより、硫黄は亜硫酸ガスになり窒素は亜硝酸ガスになります。また硫黄を含んでいる化石燃料を使用している工場、自動車を走らせることは同じく酸性ガスを排出しています。そしてガソリン車は地球温暖化の原因の二酸化炭

素もディーゼル車より多く出しています。大気中の酸性ガスは水と反応して希硫酸や希硝酸となり、弱酸性の雨水として大地に降ります。一部の弱酸性の雨水は木の幹や葉の上で太陽の熱により水が蒸発するため、強酸性の水に変わり、木の根元に落ちることにより根の周りの土壌は強酸性の土になります。特に、松は葉の前面での水の付着量が多く、幹の表面での蒸発も盛んなので一番早く酸性雨に負けてしまいます。土壌の中では、今まで固定されていたアルミニウムが溶け出し、そのアルミニウムが、木や植物が根からの成長に最も必要なリンの吸収を阻害するため、木や植物が栄養失調になり枯れ死や成長不良となり、また弱った木々は幹の食害虫から守るためのヤニを出せなくなり幹を食い荒らされることで枯れてしまいます。

竹や木は必要とするカリウムやカルシウムなどを根から吸収し体内に蓄えています。竹や木のpH(ペーハー)はほとんど中性ですが、竹や木を炭にするとカリウムやカルシウムの酸化物がアルカリ性分として残り、他の成分は熱化学反応して酸性分として煙となって出てしまいますので残った成分はアルカリ性を示す事になります。炭は酸性土壌を中和する為に炭の持つアルカリ成分が有効に働きます。炭には酸化カリウムや酸化カルシウムなどのアルカリ性の物質があり、土の中ではアルカリ成分がゆっくり溶け出します。また炭からは植物が必要とする栄養分も多く含んでいるので弱った木々の栄養として活用されます。

でも簡単に中和できるといってアルカリの石灰を使うと急激に酸と中和し塩分(カルシウムの化合物)が大量に出来るために根が塩漬けになり、そして土壌表面画が硬くなってしまいます。これはドイツの黒い森の石灰散布による中和実験の失敗例の教訓です。

岩崎式高速炭焼き窯と言われるわけ

炭焼き窯の構造は高温の空気を作る部分と炭化炉を分けてある間接炉です。一番のポイ

ントは窯と地面を断熱材で離してあることです。今までの窯は埋めて使うことが多く、窯からの熱が地面に逃げてしまい熱効率が悪いこと。今までの窯では直接窯の構造でありリグニンなどを自燃させて、その熱を利用して炭化しているので出来上がりの炭は、やや少なくなっているが低温で長時間かけているために炭は重くなります。

この高速炭焼き窯は土壌改良を目的としていることで短時間での炭焼きの為に出来上がりは軽量の炭となるが竹炭の持つ化学的性質は問題なく土壌改良剤として使える。熱に関してはこの炭焼き窯は全ての面からの放熱を防ぎ内部に熱を貯める事、燃焼部から発生した熱を煙突以外から出さないことです。そのために窯の上部以外にはALC(軽量発泡コンクリート板)と鹿沼土による断熱を施し、また上部も10cm厚さの鹿沼土による断熱をしてある。そして燃焼部では常に5~8本の薪を入れて燃やすことにより、高温でかつ酸欠の空気を作り出し、上の通路から炭化部に入り炭材の上から下方向に強制的に通す事により、短時間で材料を炭化させる構造である。下部には下から10cmの所に鉄板のスノコが置いてあり、煙はその隙間を通過して後部の煙道へ導かれる。燃し口では薪の下のお(熾)き炭も絶対に取り出してはいけない。これは炭化部の温度を鉄板の壁を通して炭化部の温度を上げる作用と、空気中の酸素量を少なくする働きをしている。炭焼きの最後に高温度を作り出す時に熾き火に空気を強制的に送り込むことにより1000℃以上の高温を作り炭化部を高温にする炭焼き窯である。因みに、この窯の名前の由来は群馬県の某女性新聞記者が記事を掲載した時に名付けたのが始まりである。

どこで岩崎式炭焼き窯が出来るか

電気溶接機(アーク溶接)又はガス溶接機とディスクグラインダー(切断砥石4~5枚)と高速切断機と電気ドリル3.5φと工具が有れば出来ますが一般的には溶接機は免許が必要なので、

所持している方は少ないと思いますので最寄の鉄工所をお願いして作ってもらって下さい
今までも、どうしても作ってという希望の方がいましたので私の友人の会社に頼み製造販売(オプション無しで約11万円ほど税・送料別)をして戴いています。

最低必要な材料はドラム缶2個、20cm角の厚さ3mm程度の鉄板3枚、長さ44cm幅6cm厚み3mmの鉄板8枚、長さ42cm幅6cm厚み3mmの鉄板2枚、10cm角の鉄板1枚厚みは適当、30mm角厚さ3mmのアンゲル材1本(5.5m)から89cm2本、20cmを3本、10cmを4本、39cm1本を切断します。煙突取付金具100φ1個、4φの鉄鋼ビス10本。

作り方はドラム缶(新品として書きます)1個は蓋の無い方から半分と1cm大きく切断します。残りは上蓋となりますので3枚に切り取ります。1枚は予備の上蓋となります。本体の接合部の縁を深さ3cmで5cmおきに全周に切れ目を作り内側に1cmほど曲げます。次に燃し口の加工をします。燃し口の大きさは20cm角ですので下側の外側から中心方向に高さ19cmを測り印を付けます。印を付けた所から水平に9cmずつ両側に印を付けます。そして幅18cm高さ19cmの穴を開けます、鉄板は20cmですので角型に溶接を行いますが、まず蓋に合わせ、ドラム缶の縁をグラインダーで溝を作ります。そうしますと内側には鉄板が1cmずつ内側にはみ出していますので、金槌で内側から叩き出して内側の溶接を行います。次に炭化炉の切断に入ります。大きい注油蓋の有る方を上側にします。缶の中心を測りそこから4cmずつ8cmに印をつけます。そして両側の内側の縁から4cmの所にも印をつけます。そこから上下に22cmの所、8箇所印を付けて印をした所を線を引くと2つの4角が書けますので、その線をグラインダーで切断し切り取ります。大きい注油蓋の内側に10cm角の鉄板を当て、4隅にドリルで穴を開けて鉄鋼ビスで内側から留めます。小さい空気抜き蓋の方を下から直径9~10cm位の丸に切り取ります。ここは排気口となります。反対側の内側の上から9cmのところを水平に線を引いてその内側をグラインダーで切り取ります。用意した39

センチのアンゲル材を内側に向けて溶接を行います。これで炭化部の完成です。次に燃し口の半分のドラム缶を合わせます。このときに上下に注意。合わせたら内側に折り曲げてある部分を内側から押し戻し、外側の全周を溶接します。少々の穴が開いても大丈夫です。そこは土で自然に塞がれます。缶の両側に開口部より下部 10cm の所に 89 c m のアンゲル材を溶接します。間には 10cm と 20cm と 10cm のアンゲル材も入れて溶接します。これは高温での窯の変形を防ぐためです。排気口に煙突取付金具をビス等で取り付けます。スノコの板を 2 枚分溶接し、出来上がりとなります。完成したら縁のバリは丁寧にヤスリで取ってください。

窯の設置方法

A L C は長さが 180cm を 3 枚、長さが 90cm のものを 2 枚用意します。幅は 60cm、厚さは 37~50 mm。鉄の杭又は 20φ 程度のパイプで 90cm を 13 本、120cm を 4 本、そしてブロックを 8 個、煙突 100φ の L 管又は T 管を 1 個そして 100φ の直管を 1 本、106φ の直管 2 本と醤油や洗剤などの 1 斗缶(上下を切り取ったもの)を 1 個、ミルク缶等の空き缶 1 個、鹿沼土 30 袋を用意します。窯の設置場所は水平で、水はけの良い場所で煙が出ても問題の無い場所を選びます。場所を選んだならば整地して平らにします。約 10cm の盛り土をします。A L C を置き水平器を使い確認します。A L C の回りにも同じ高さに土を盛ります。前後は 10cm 以上、左右は 30cm です。炭焼き窯を A L C より 10cm 前に合わせて置きます。前面の窯の両側にブロックを置きます。そのブロックの上に A L C を置きブロックの穴に 120 c m の鉄杭を 4 本打ち込みます。両側には A L C を窯から 10cm 放して置き鉄杭を前後の端から 10cm の所と真ん中に 90cm の鉄杭を打ち込みます。排気の部分に 100φ の煙突の L 管と直管を付けます。その両側にブロックを 3 段に重ねます。排気煙突にミルク缶を逆さに被せます。その上から

1斗缶を被せブロックの上に置くようにします。残りのALCを後ろ側に置いて残りの3本の鉄杭を打ち込みます。次に鹿沼土を全て入れます。1斗缶の中にも入れます。これだけでは鹿沼土の隙間が多いために細かい畑の土を3袋ほど混ぜ込みますと隙間が少なくなります。また炭焼きを行っているとき鹿沼土が細かくなり土が減りますので時々畑の細かい土を足してください。炭焼き窯の温度を計測するときは窯の温度計測パイプより少し下側にALCにドリルなどで穴を開けてパイプを通しパイプの穴に細かい土を入れておきます。完成したら雨水が入らないようにビニールシートなどで囲うか簡易テントなどで屋根を作っておくと雨天でも使うことができます。

鹿沼土やALCが無いときは、どのようにすれば同じ用に使えるか

鹿沼土は火山が作り出した天然のセラミックの断熱材です。この鹿沼土の代わりには畑の細かい土と五割の籾殻(もみがら)を混ぜて使う方法もあります。籾殻がなければ稲藁や麦わら、蕎麦殻(そばがら)、トウモロコシなどを細かく砕いて混ぜれば問題なく使えます。ALCが無い時は軽量ブロックなどを置き、その上に10cmの厚さの鹿沼土や混合土を敷いて使います。燃し口はブロックやコンクリート板を使う方法もあります。横は土を5cmほど余分に入れれば合板でも使えます。ただし800℃程度での仕様と考えてください。この場合最初は混合したものが炭化しますので煙が大分出ますが問題はありません。炭は酸素がなければ燃えませんが、良い断熱材になるからです。土を厚くしたくない方は合板の内側にロックウールを使う事をお勧めします。尚、グラスウールは使ってはいけません。600℃以下で溶けてしまいます。

炭焼きの方法(竹炭)

竹材は冬季に採った物が良く、出来れば5年以上の竹が良い。また切る長さは40cmまたは80cmの長さに切り揃えます。直径の大きい竹は縦に割ります。

竹は出来るだけ乾燥をさせるのが短時間で炭化させることとなります。竹を窯に方向を揃えて入れます。入り口側は高温の空気の高さまで出口側は上まで入れても問題はありません。入れ終わったら蓋をして上に10cm以上鹿沼土を被せます。

燃料材は乾燥したスギ、ベイマツ、ヒノキ、カシなどと竹材を用意します。竹酢液を採らないのなら、全てスギ、ベイマツ、ヒノキ、カシなどが最適。長さは40cm以下に切っておきます。太さは直径5cm程度が経験上使いやすいと思います。排気筒のミルク缶を取り106φの煙突の直管二本を垂直に排気筒につける。薪を窯の中に10本ほど入れて火を点火します。火傷をしないように必ず、皮手袋を着用すること。最初は内部の温度が低いので簡単に点きませんが慌てずゆっくりとやって下さい。早く点けたい場合は草焼きバーナー等を利用すると簡単です。薪は3時間ほど常に5~8本ほどが燃えるようにします。最初は水分の多い煙、次にやや黄色がかった煙、紫かかった煙となり紫煙となり、そして煙が透明になったら入り口側を土で塞ぎます。次に2本の煙突を外してミルク缶を被せ周りに土で空気が入らないようにします。4~5時間程度で200℃ほどに下がりますので蓋の上の鹿沼土を取り蓋を取って内部の竹炭を出し燃えない容器に移してください。この温度でも焚き口は高温ですので炭が着火することもあります。使うときは2mm程度に細かくしてから土壌改良剤として使ってください。

竹酢液の採取について

使用器具 新品の1斗缶1個(内部コーティングされている醤油や洗剤用またはステンレス缶ならなお良い)、煙突106φのL管1個、T管1個、直管12本以上 と煙突sus304を固

定する足場金具など、金槌と電工ナイフ等、ペンチ、針金やパイプ固定バンド金具、ステンレステープ、K型熱電対温度計

1 斗缶の穴の蓋のついてある反対側の縁の内側に3ミリ程度の穴をあけます。下側から20cmの所の真ん中に印を付ける。そこを中心として半径53mmの円をコンパスで描きます。同じく半径40mmの円を描きます。

分度器を用意して15度ずつ内円から外円に線を引きます。前後2箇所を描きます。その内円と外円をナイフと金槌で叩きながら切っていきます。全てを切ったならば内円切っていきます。次に外側にペンチで曲げます。2つあけたならばL管を3mmの穴側に差し込み固定バンドをかけて固定します。反対側も煙突の差し込み側を差込バンドで固定します。そしてパイプ固定の足場を作り残りの11本の煙突を逆に差し込みます。煙突を逆に接続して入れるのは竹酢液が先端から流れるようにするためです。そして、継ぎ目にはステンレステープで水が入らないように一周目張りします。先端にはT管煙突を垂直にして接続のところは逆接続のために同じ大きさとなっているので片方を広げて付けます。煙突の傾きは12本で2m程度です。

使用方法は煙突に8mm程度の穴を上から10cmのところを開けて熱電対型温度計を差し込む。煙の温度計が80℃になったら杉材などの木から竹材に切り替える。煙の温度が85℃になったら垂直の煙突を外し採取用煙突に切り替える。斜めにした煙突の内部に煙が入り、その途中で煙突は外気で冷却され煙（気体）が冷却されると、気体の一部がステンレスの内部の表面で液化し液体となって下側に流れ、一斗缶の内部に落ちる。そして下側の穴から出てくるので缶等を用意し採取する。煙の温度が120℃になったら採取をやめて、元の2本の垂直の直管に取り替える。採取後の竹酢液は濾（こ）しながら、ペットボトルに移し変えて静置する。1年後には液体は上中下の3層に分かれるので、上層部の揮発成分を捨ててから、下

層部のタール分が出ないようにしながら別の容器に移し替える。移し変えて初めて使う事が出来るようになります。

1000°Cの高温の竹白炭を作る

K型熱電対温度計は必需品です。内田洋行の高校理科教材のカタログに載っているSK-6800(2-105-1430)のデジタル温度計が、お手ごろだと思います。たぶん3万円以下だと思います。私の使っている業務用温度計は意外と高い(7万円以上します)ので実験のデータ検証以外は不要です。通常は温度計付デジタルテスターを使っています。

内部の窯に温度計を差し込む。700°Cを越えたならば煙突を4本にし、煙が出なくなったらうちわ(団扇)で思い切りあお(扇)ぎ温度計を見ながら1000°Cになるまで一生懸命扇ぎます。ただし、この窯の型式の耐熱温度は1000°Cです。絶対にこの温度以上には上げないこと。壊れてもよい方は高温に挑戦して下さい。炭焼きが終わったら、まず煙突を外します。次に燃し口を土で塞ぎます。煙突も熱いのでやけどに注意してください。そして、ミルク缶などで出口を塞ぎ窒息消火をさせ内部温度が200°C以下になるのを待ちます。もし団扇の代わりにブローアーマーターまたはエンジンプローアなどがあれば簡単に送風ができて温度を簡単に上げる事が出来ます。それでは煙が無くなったら煙突をはずします。そして燃し口からブローアで空気を少しずつ温度を測りながら送り込みます。但し、温度が上がるからと言って大量に送風しないで下さい。急に温度が上がる為に内部の温度バランスが一種で崩れ一部分に熱変形が起き窯が内部に曲がり壊れてしまいます。

この窯の知的所有権の使用制限について

基本的に酸性土壌の中性化として個人または共同で窯を作り山野や畑に撒く事に使うとき

は無料です。

窯の販売行為は禁止です。

そして次の二点を遵守して下さい。

1.この窯を広める為にテレビ・ラジオ・新聞・雑誌等に掲載や報道する場合には岩崎式炭焼き窯を入れる事

2.私が窯を見に行ったときは快く、お茶を一杯ご馳走する事が決まりとなっています。そして窯を作るときは現代農業の編集部まで一報をお願いします。もし感想があればお願いします。また学校等から炭焼きの講習会や総合学習の話が出たときは快く子供の勉学の為に炭焼きを見せてください。マニュアルが必要なときは学校や教育委員会から申し出があれば学校や教育委員会宛に添付メールで送ります。

もう少し詳細が知りたい場合には

私の窯についてはホームページに全てをといっても新窯については特許出願中の為に 80% までとなっていますが、この IM-4SA については、ほぼ 100% 近く載せてあります。なおアドレスはヤフー検索で「岩崎式炭焼き」と打てば直ぐ表示されます。質問等もメールでお受けしますが返事は都合により 1 週間以内程度とさせていただきます。月に一回以上の炭焼き教室があり、その準備等、クラブ生徒の指導、更には、近場の炭焼きの方の指導に時間を取られている為です。

何卒ご了承下さいませ。

足利工業大学電気電子工学科非常勤講師

附属高等学校電気科教諭

岩崎 眞理

監修 元東邦大学 理学博士 大森 禎子

追加事項

ドラム缶の給油口の蓋には旧式のアルミダイカスト製品¹⁾がありますが、去年あたりより流通しているドラム缶の蓋は鉄蓋²⁾になっているので蓋に使っているゴムリングを外し、再びねじ込んで使います。旧式のアルミダイカスト蓋の場合には高温で溶けてしまいますのでアルミダイカスト製の蓋を取り去り、その代わりに内側に10 cm角で厚みが1mm程度の鉄板³⁾又はステンレス版をねじで止めるか⁴⁾、又は溶接⁵⁾します。

排気煙突の保温用の1斗缶(18ℓ缶)⁶⁾の穴あけ方法について説明します。間の上下の蓋を切り取るには電工ナイフ⁷⁾と金槌を利用すると簡単に切り取ることができます。4角は2 cmずつ残し三角形⁸⁾にしますとこの原理で缶が潰れ難くなります。オルファ⁹⁾などのナイフをつぶす覚悟でも問題なく切ることができます。鉄板用のはさみ¹⁰⁾でも簡単に切ることができます。なければ竹用のナタ¹¹⁾でもできます。

竹酢液採取の1斗缶(18ℓ缶)の切断方法について説明します。まず逆さにして、右手前下にフタ¹²⁾がくるようにします。こちら側がドラム缶側になります。その状態で缶の上側から下側まで真ん中に線を縦にケガキます。¹³⁾次に上から10センチの所に中心点¹⁴⁾を取ります。デバイダーコンパスを用意して半径53mmと38mmの円をケガキます。円の中心を利用して円を16等分の線を引きます。円の16等分の線を先に切り、次に半径38mmの内側線を切り取り外側に曲げます。反対側も同じように切り取ります。次に106ΦのL煙突管をドラム缶側に取り付けます。用意したステンレスバンドで煙突を固定します。