

里山の保全と二酸化炭素の削減のための 環境教育プログラムの開発

京都女子大学名誉教授・里山学研究センター研究スタッフ
高桑 進

目的：里山の保全と二酸化炭素の削減のための環境教育プログラムとしての炭焼き活動の実践

研究報告：

はじめに

「龍谷の森」から出てくるナラ枯れのコナラの伐採木や「わりばし一膳の革命」活動で回収した使用済みの割り箸を木質バイオマスとして炭化する実験に、平成22年（2010年）の9月から江南先生と協力して取りかかった。木質バイオマスを炭化することで、二酸化炭素の削減と生産される炭の多目的な利用が同時に可能となるからである。

現在、木質バイオマスを薪やペレット（燃料）として利用することはそれぞれ薪ストーブやペレットストーブの普及とあいまって広まってきているが、炭としての利用はさらに進んだ木質バイオマスの活用であると考えて取組んで来た。

簡単スミヤケール装置での炭化実験

二人とも炭焼き体験は全くなかったが、幸い龍谷大学瀬田キャンパスのテニスコートの一角を借用できたので、簡単スミヤケール装置という市販の簡易炭焼き装置を使用して炭化実験を始めた。平成22年度（2010年）はナラ枯れしたコナラは完全な炭にはならなかったものの、使用済み割り箸はステンレス缶に入れて炭化することで素晴らしい炭となった。この時は大型の簡単スミヤケール装置（1.2×1.2×0.5m）を使用していた。大型の装置の内部をムラなく焼き上げる目的で底にブロックを置いたり目の粗いステンレスの網を置いた。また放熱を少なくするために装置の半分近くを地面に埋めて炭焼きを実施したが、なかなかムラなく炭化することが困難であることが分かって来た。

そこで、平成23年12月からは小型の簡単スミヤケール装置（1.0×0.5×0.5m）を購入して炭化実験を行った。この頃から、京都女子大学の学生や「龍谷の森」里山保全の会のメンバー（中原、古根、猪飼、池内さんら）、外部からの参加（多胡さん）らが炭化実験に参加してくれた。学生は初めての体験であり、ワクワクドキドキしながら炭焼きを楽しんでいた。この装置でも使用済みの割り箸を一斗缶に入れて焼いたところ見事な炭ができることが分かった。炭焼き装置のサイズを小さくしたので、毎回効率的な炭焼きが出来ることが分かった。また、北山杉も立派な炭となった。炭化が終了するまでは約6時間近くかかっていた。

この移動可能な炭化装置を使うと、誰でも、どこでも、簡単に炭焼きが可能であることがわ

かり、この簡単スミヤケール装置が安価（19,000円）でもあり、組み立ても容易であることから環境教育プログラムとして普及しやすいと考えられる。

平成24年（2012年）は、継続して炭化実験を行い、材料の詰め方、焚き口の燃焼方法、煙色の判定、炭化時間等の炭化条件について検討した。その結果、コナラは10センチ以下の大きさに揃えること、薪は井桁に積む方が空気の流れが出来て炭化がうまくいくことが分かって来た。また、コナラの他、スギやヒノキ、竹など他の樹種でも炭が出来ることを実証した。3年間の試行錯誤から炭化の終了の判断は煙突部分から出る煙の色を見きわめて行うことが一番重要であるという事もわかった。

簡単スミヤケールでの炭化実験の課題

このように最初は木質バイオマスの炭化ということでスタートしたが、炭焼き活動を里山の保全と二酸化炭素の削減の見える化を目的とした環境教育プログラムに仕上げるためには、いくつかの課題も見えて来た。

この装置は、もともと岡山総合農業研究所の研究者が里山の再生に必要な炭焼きを復活させるべく開発した、いつでも、どこでも、誰でも使えるステンレス製の炭焼き装置である。この簡単スミヤケール装置を使用すれば素人にも炭焼きが出来ることが分かったが、問題は炭焼きに丸一日（約5～6時間）はかかることである。さらに、装置の冷却に一晩はかかるので、翌日の朝にならないと炭化した炭を取り出すことが出来ない。つまり、このプログラムを実施するには丸二日間かかる。瀬田キャンパス内に設置された炭窯まで出かけるには、京都女子大学からJRとバスを乗り継いで約1時間はかかる。丸一日炭焼きを体験したあと、翌日もう一度炭焼きの結果を確認に来なければならないため、時間的に都合がつかない学生は炭焼きだけを体験して出来上がった炭を自分では確認できない。環境教育プログラムとしては時間的な問題が課題となっていた。

新型ドラム缶炭窯での炭化実験の成果

そうこうするうちに平成25年度（2013年）4月からは、瀬田キャンパスの炭焼き場所は農学部の建設場所となり、そこでの炭焼き活動も中止せざるを得ない状況となった。

ところが、平成25年5月に建築家で旧暦研究者でもある友人の松村賢治氏から炭焼きについて連絡があった。それは、「私が設計したドラム缶炭窯ならわずか2時間で何でも炭になりますよ」という話であり、私としてはにわかには信じがたい内容であった。そこで、その年の8月のお盆に広島県安芸郡加計町にあるご自宅のドラム缶炭窯を見せて頂いた。実際に、この松村氏が設計された改良型ドラム缶炭窯で枯れ枝、杉、桧などを材料にして炭焼き法を教えて頂いた。驚いたことに、本当に2時間以内で炭が出来たのである。冷却には約3時間は必要なので、お昼までに炭焼きを終了すれば午後4時過ぎには炭を窯から取り出すことが出来た。本当に驚いた。

この松村式改良型ドラム缶炭窯は、従来のドラム缶炭窯とは比較にならないほど短時間で炭焼きが出来るのである。いままでに多くの方がドラム缶での炭窯で炭焼きを行って来ているが、ドラム缶炭窯で炭焼きをしたことがある方に説明しても2時間で炭化できると仲々信じてもらえない。それほどこの「松村式改良型ドラム缶炭窯」は画期的な炭窯なのである。

いくつかの細かいデザインが、従来のものと違うのであるが一番大きい違いは煙突の直径で

ある。従来のドラム缶窯の煙突の直径は10センチである。ところが松村式ドラム缶窯では15センチあり、排出口がT字型をしている。したがって、煙突の断面積を比較すると4.5倍の通気量となるので、一旦着火すると焚き口から空気が吸い込まれていくのがよく分かる。また煙穴の長さが約2mと長いので、ロケットストーブと同じしくみで少量の燃料で窯内部の温度が急速に上昇する。

新型炭焼き窯の設置場所について

キャンパス内での炭焼き活動が出来なくなったので、「龍谷の森」の近くにお住まいの南部義彦さんに私たちの環境教育プログラムとしての炭焼き活動について説明したところ、快く炭焼き場所を提供して頂けた。南部さんのお宅は天津市堂町1丁目にあるので「龍谷の森」からは約200メートルもない絶好の場所である。里山の近くにはいろいろな里山活動と炭焼きをつなげられないからである。「龍谷の森」で伐採されたコナラやヒノキ、コナラの枯れ枝、竹、雑木の枝などを集めるだけでいい炭の材料が得られる。南部さんの協力がなければこの環境教育プログラムを継続することは出来なかったことを特記しておきたい。

そこで早速松村賢治氏に依頼し、2013年12月14日に「炭窯製作ワークショップ&炭焼きセミナー」を開催した。そこで、参加した13名のメンバー（宮浦・江南・谷垣先生、同志社女子大生、NPO団体の代表者等）で、準備しておいた材料（ドラム缶、ペール缶、煙突、コンクリートブロック、耐熱レンガ、工事用ポール等）を使い、古いドラム缶2個から恐らく全国で初めての2連のドラム缶炭窯を製作した。この炭窯を用いた炭焼き法については、12月26日に改めて松村氏を招いて教えて頂き、初窯式とした。

この松村式改良型ドラム缶炭窯を使用すれば、朝9時半に炭焼き場に到着して10時過ぎから炭焼きを開始しても約2時間で焚き口を閉鎖して炭焼きを終了することが可能である。これは画期的である。

今まで読んだどんな炭焼きの解説本でも、ドラム缶型を使った炭焼きには丸一日はかかるのが普通であり2時間で炭化できる炭窯などどこにもないからである。その意味で、この松村式改良型ドラム缶炭窯は従来の単なるドラム缶窯とは別物の全く新しい炭窯であるといえる。これによって炭焼き時間が短縮されたため、1日で終了する環境教育プログラムが出来上がったのである。

NPO木づかい倶楽部の設立と炭焼きマイスター制度

平成24年2月に、持続可能なバイオマス利用の実現をめざしたNPO法人を立ち上げた。NPO木づかい倶楽部の活動内容は以下の通り（案内パンフレットの一部抜粋）である。

持続可能なバイオマス利用の実現と生物多様性を次世代に引き継ごう！

現在、わが国の森林はかつてない飽和状態にありながら間伐材の利用が進んでいないのが現状です。「持続可能な林業の再生」を進めるには、間伐材の有効な活用と新しい流通システムを通しての林産物の販売促進が不可欠であり、その利潤を森林へ再投資する仕組みが必要です。そのために食卓エンターという新しい仕組みで国産間伐材の割りばしを普及する活動を進めてきました。

また、二酸化炭素削減の見える化（バイオマスの約半分が炭になる）と防災燃料の確保を目的とした新炭革命を進めることで、里山の保全や地域活性化の取組みを始めています。新しく開発された画期的炭窯である「松村式改良型ドラム缶炭窯」を使用すれば、クヌギ・コナラ、スギ、ヒノキ、竹を始めどんなバイオマスでもわずか2時間以内で製炭が可能です。大規模で製炭に時間がかかる従来の炭焼き法ではなく、この誰でもどこでも簡単にできる炭焼きを習得すれば、炭焼きマイスターになります。

日本列島は生物多様性のホットスポットです。日本の森の「生物多様性」と里山文化の多様性を次世代の子どもたちや外国の方々にも理解してもらうため、十数年前から森林環境教育やエコツーリズムを進めてきました。

このような「木（気）づかい」活動である、国産材や国産農林水産物の販売促進、炭焼きマイスター制度の普及、森林環境教育の推進を通して自然・里山環境の保全、農山村・中山間地域の活性化に貢献しようというのがこの特定非営利活動法人木づかい倶楽部を設立した目的です。

次世代を背負う子どもたちに日本の森林文化、里山文化の素晴らしさを継承すると同時に、持続可能な林業の再生と地域活性化と一緒に達成しませんか。

（NPO法人 木づかい倶楽部のパンフレットより引用）

今後も大学関係者と協力してこの画期的な新しい炭焼き法を全国に普及して行きたいと考えている。大学生はもちろん、全国各地域で活動しているNPO団体などにもこの新しい炭焼き法を広めて行くには従来のドラム缶での炭焼き法の問題点が浮きぼりとなってきた。

従来の炭窯を用いた炭焼きの場合、1）設置場所が限られ、炭窯の建設に専門的な技術が必要、2）炭材は1回に2トンが必要なので里山からの搬出と運搬が問題となる、3）また一旦炭焼きを開始すると数日つきっきりでいなければならない、4）さらに継続的に炭焼きを実施する人がいない等の理由で、実際には使用されている炭窯は少ないことが分かってきた。

そこでドラム缶を使った炭窯での炭焼きは、誰でも、どこでも、簡単にスタートできる炭焼き法としてはいいが、それでも2日間にかかる。広葉樹や針葉樹はもちろん、枯れ枝、使用済み割り箸まで炭にできることが実証されたドラム缶炭窯はこの松村氏ドラム缶炭窯以外今まで報告されていないのである。

炭焼きマイスター制度について

そこで、この松村式改良型ドラム缶炭窯での炭焼き法を習得した方を松村賢治氏に推薦して頂き、NPO法人木づかい倶楽部が「炭焼きマイスター」の認定書を出すことにした。この炭焼きマイスター認定書は「森林の保全としての炭焼き法として松村式ドラム缶炭窯での炭焼きを習得したことを認定します」と明記することで、従来の燃料を作るためだけの炭焼きマイスターとはその性格が違うものであることを明確にした。

次に示すような炭焼き活動記録シート（松村賢治氏作成）に炭焼き記録を残しておき、その実績を評価して認定するわけである。3級マイスターは合計8時間（4回）の炭焼き活動、2級マイスターは更に4回受講して頂き合計16時間の炭焼き活動と基礎的な炭焼きに関する知識の習得を必要とする。毎回の炭焼きを記録するシートを以下に示す。ちなみに1級マイスターになるにはドラム缶から炭窯を自作できることが条件である。

炭焼き記録シート [使用窯: (右/左)] (記録者名:)

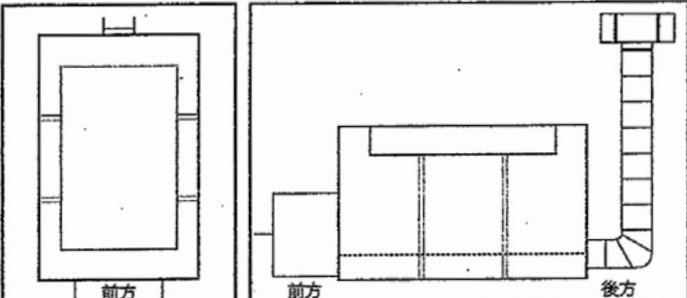
●年月日：西暦 年 月 日 (曜日) [和暦 年・旧暦 月 日]

●気象条件：天気 気温 風力 (風向)

1. 使用木材

入手経路	伐採後経過日数	木の種類	太さ	長さ	含水率	その他
						(※葉の有無：)

2. 木材の配置／炭焼後の状態 (材別の配置／焼きムラ等あれば描画)



前方 後方

炭焼前

詰込み量 0% 100%

詰込みの疎密 疎 密

木材の均質さ バラバラ 均一

炭焼後

炭化度合い 0% 100%

焼きムラ バラバラ 均一

3. 工程記録

工程	工程判定基準	時刻	経過時間	作業者名	メモ
点 火		開始 :	開始 00:00		
着 火	高火力安定 煙量と空気引込安定	判定 :	判定 :		
焚口 2/3 閉鎖	煙突口の煙が 部分的に透明になる	判定 : 完了 :	判定 : 完了 :		
焚口 3/3 閉鎖	煙が 全体的に透明になる	判定 : 完了 :	判定 : 完了 :		
煙 突 閉 鎖	煙停止 (停止後すぐ閉鎖)	判定 : 完了 :	判定 : 完了 :		
取 出 し	窯上部の温度低下	判定 : 完了 :	判定 : 完了 :		

4. 炭焼メモ (気づいたこと、ポイント、仮説、疑問など)

5. 使用メモ (用途、着火難易度、持ち、煙の有無など)

(作成：ワクワク・クリエイション 2014年4月17日版)

3級マイスター受講実績

受講時間 合計8時間(1000円/時間)

受講者名	
受講場所	
受講開始日	
受講者住所・連絡先	

<受講内容>

受講日		
	月 日	受領
①		
②	月 日	受領
③	月 日	受領
④	月 日	受領

1. 林材竹材収集の実習
2. 樹種の確認
3. 林材の太さ、燃料用小枝の選別
4. 林材の長さ切りそろえ実習
5. 手ノコ・ナタ・チェーンソーの使い方
6. なま木・枯れ枝・保湿・乾燥の確認
7. 窯詰め・空間保持の技術実習
8. 窯密閉用の土の練り方実習
9. 点火技術実習(燃料材投入技術)
10. 着火状態の認識
11. 排煙の色の確認(2回必須)
12. 焚口・煙突閉鎖のタイミング実習
13. 窯密閉度チェック、残熱状態の確認
14. 炭取り出し実習
15. 粒度分別・梱包実習など

修了日 年 月 日

	2級マイスター	1級マイスター	松村賢治
認定者印			

2級マイスター受講実績

4回受講 受講時間 合計16時間(1回4時間)

受講者名	
受講場所	
受講開始日	
受講者住所・連絡先	

<受講内容>

	炭焼と樹種	アシスタント	窯設置	レクチャー
① /				
② /				
③ /				
④ /				

修了日 年 月 日

	2級マイスター	1級マイスター	松村賢治
認定者印			

1級マイスター受講実績
5回受講 ・ 受講時間 合計20時間(1回4時間)

受講者氏名	
受講場所	
受講開始日	
受講者住所・連絡先	

<受講項目>

項目	回数	日付	内 容	認定者
アシスタント	①			
	②			
	③			
	④			
窯製作	①			
	②			
設置実習	①			
	②			
屋根	①			
資材調達	①			
	②			
諮問	①			

修了日 年 月 日

	アシスタント	1級マイスター	松村賢治
認定者印			

今後の課題

このようにして平成24年度には、私が指導して6月15日に野菜大学の学生数十名を対象として、11月4日は京都女子大生2名、11月30日は京都女子大生と同志社女子大生が各1名と龍谷大学付属平安高校生3名と引率の牧野先生の計6名が、12月7日には同女生2名と平安中高校生3名と牧野先生の計5名が、12月28日には同女生1名と外部から1名の計2名、平成25年1月18日に3名、2月15日に3名、3月8日には2名参加して、合計8回30名以上が炭焼き活動に参加した。

毎回、ドラム缶炭窯の上にサツマ芋やジャガイモを湿らせた新聞紙に包みアルミホイルで二重に包み載せて遠赤外線で焼いて皆で食べるが、この焼き芋は食べた全員が美味しいという。炭焼きだけでなく、焼き芋パーティーも共有するのがいい体験となる。

今までの松村式ドラム缶炭窯での炭焼き法の失敗から、多くのことを学んだ。その要点は、まず材料により炭化時間が違ってくことを見極めること、同じ材質で同じ直径の材を窯に入れること、煙の色の変化（白色から透明な青色への変化）をきちんと判定できること、冷却時間を充分にとり窯を開けた時に炭に火がついていないようにすることなどである。

松村さんが何度も言われたように、失敗を重ねることでその失敗の理由を良く考え、次回にその失敗を繰り返さないことが炭焼きが上達するコツである。一回では炭焼きは成功しないので失敗から学ぶことが大切である。まして、薪に火をつけた経験が全くない若者が、焚き口で火力を一定に保つには注意深い観察力と忍耐が必要であることは言うまでもない。

この「直火文化」のすすめである。今の子どもはガスの火しか見ていないので、火は青いと思っているそうである。本物の赤い火を見ると心が和み、遠赤外線で体が温まることを炭焼き体験で知って欲しい。

今後も里山の保全活動や、二酸化炭素の削減の見える化の環境教育プログラムとしての炭焼き活動を展開して行くためにこの松村式改良型ドラム缶炭窯を全国に広めたい。その手段として、森林保全のための炭焼きマイスター制度を活用していく計画である。NPO団体の関係者だけでなく、大学生にも炭焼きマイスターの資格取得者が増えることを期待している。そのための拠点として、「龍谷の森」という里山の近くに炭窯の設置を許可して下さった南部義彦氏には心から感謝している。