

移動式鉄板がまによる木炭の製造（その二）

炭化過程における排煙温度の調節について

戸 田 治 信
中 村 米 松

移動式鉄板がまは、米国において安価な原木を能率的に炭化し、ごく軟い質の木炭を量産することを目的とすると同時に稼働率を高めるために移動性をもたせるように設計したものである。このかまが我国でも使用されるようになったのは約10年前であり、その後農林省林業試験場の指導により各地で実用されている。当所においても同試験場の資料により移動式鉄板がまを製作して昭和35年度より試験を始め、同年度内における約20回の試験によりかまの性質を概略知ることができた。又今後に残された課題として木炭収率を向上させ、又は木炭品質を家庭用木炭として使用できる程度に向上させる炭化進め方を決定する必要を感じさせた。

1. 炭化過程についての予備的考察及び試験方法の決定

移動式鉄板がまは本来前述のような目的で設計されたもので、壁面その他全て鋼材を使用しているため熱損失が大きいので収率が低く、炭質向上のためには熱損失ともう一つ使用温度の制限の問題がある。この二つの制約を避けてより有利な炭化の進め方を決定するために木材の炭化過程を考察してみた。

木材から木炭ができるのは一種の縮合反応によると考えられるので反応が均一に早すぎない速度で行なわれる必要がある。しかし木材には水分蒸発と蒸発分解の現象が起り、炭化を難しくしている。まず水分を蒸発させるには多量の熱量を必要とする。一般に乾燥の

際温度を高くした方が乾燥が早く熱効率も良いと言われているが、木材の場合余り急激に乾燥すると特に太い材では多数の干割れを生じ木炭の品質が割れ易くもろくなる。又乾燥に部分ムラを生ずるので加熱され易い部分は先に乾燥が終了し、更に加熱されるためにすぐ炭化に入り、しかも急炭化で発熱分解を伴うのでその部分の収率を落し木炭の品質を悪くする。又発熱分解によって発生した可燃性のガス及びタールが、乾燥の終了していない部分からでる水蒸気により冷却されて、燃焼せずに煙として排出される率が多くなりそれだけ熱損失を多くする。この外移動式鉄板がまは炭材の一部が燃焼して熱源となるので乾燥温度を低くすると水蒸気の多い内部のふん囲気では燃焼効率が悪く、乾燥時間が長くなるので放熱損失が多くなり、又温度を上げて乾燥を早くすると、前述の干割れと部分ムラの問題の外に、温度上昇に必要な熱量を得るための燃焼ガスの量と炭材から蒸発した飽和水蒸気のエンタルピーとの関係で完全に利用されずに排出される熱量があり熱損失の原因となる。

次に発熱分解については日本の在来の“すみがま”では炭材の乾燥が完全に行なわれてから炭化に入ると発熱分解のため温度が急激に上昇し、炭化の進行が早すぎてできた木炭の質が軟く収率も落ちるので幾らか水分を残して炭化に入り、発熱分解による熱を水分の蒸発に消費させて炭化温度の急な上昇を防いでいると言われる。この考え方は移動式鉄板がまにも当てはまるわけであるが、発熱分解が木炭の質を悪くするのは

かまの一部で発生した発熱分解による熱が発熱分解温度付近まで達している周囲の炭材を加熱してかまの内部で連鎖反応を起し、炭材全体が急激に加熱炭化されることにある。

しかし移動式鉄板がまは放熱量が大きいので、分解による発熱がかまの中に蓄積される率が少く、分解の連鎖反応が起りにくいことが考えられる事と、元来急炭化を目的としたこのかまでは、発熱分解による急な温度上昇の影響が製品木炭の価値を低下させる程大きくないことも推測されるので、今回は収率及び炭質向上の手段として、乾燥期の排煙温度の抑制による乾燥と炭化の分離を考え、実際に炭化の進行に与える影響を判定するため、内部温度の推移との関連について比較考察した。そのほか熱効率低下の原因の一つである煙突の排煙温度の差についても測定を行った。

2. 排煙温度抑制値の決定

炭材の乾燥と炭化を時間的に明瞭に分離することは不可能であるが、乾燥のみを有効に行うには予じめ熱効率の良い状態の排煙温度を決定し、炭材の乾燥に要する時間その温度を保つよう燃焼を制限すればよい。この温度は前述のように飽和水蒸気のエンタルピーと単位体積の燃焼ガスを発生する木材の理論発熱量により決定されるので、この二つに燃焼ガスのエンタルピーと、よう壁からの放熱による損失を加えて概略の計算を行ったところ、大体70 と80 の間であったので、乾燥時間を短縮する上に有利に燃焼効率も高くなる80 を採用した。排煙温度を抑制する時間は参考となる資料が見当らなかったため、炭化時間の半分を乾燥期と仮定し、点火後6時間排煙温度が80をこえぬよう

燃焼を制限した。結果からみて、この時間は適当であったと考えている

3. 試験装置、供試材及び炭材のつめ方

試験装置は前報

1)にのべた底面直径2.1 m、全高1.7mの移動式鉄板がまを使用し、供試材にはシラカバ小径木割材、イ

タヤ割材及びシラカバ屑材を使用した。炭材のつめ方は大体前報の通りであるが、異ったところは点火室に詰め乾いた短い材の代りに、点火材として細長い床板原板耳を直径15cm位に束ねたものを2本点火室の内側に取りつけた。又短い屑材は敷木の上に長さ30~50 cmの材をたて並べてからその上にパラづめた。

4. 炭化の進め方

前報に簡単に述べたが今回の試験の重要な点なので改めて詳述する。炭化の進め方は操作上点火、乾燥、炭化の3段階に分けて行った。

1) 点火期

点火はカバの樹皮を点火室の床に入れ、火種を落して点火し、蓋をかぶせて点火煙突の口を火焰と火の粉が吹きださぬ程度に狭めながら排煙させ、8個の口は点火期を短縮するため対向する2箇所を残してふさぎかまの内部が暖まり下の口近くの壁面が手に暖かみを感じるまで加熱された時下の残りの口を開き、煙突を一つおきに4本取りつけ点火用煙突を閉じた。

2) 乾燥期

煙突を取りつけた煙道口及び通風口を全開して乾燥焚きを行い、火が口近くまで達した通風口から順次ふさぎ、最後の通風口に火が回った時煙道口及び通風口の面積を全部50%にして炭化に入った。その間煙の状態に注意し温度の高すぎる煙突は口を狭めて炭化の進行を均一にしたが排煙温度の調節は試験番号36A3(第1回)では比較のため従来通り排煙の状態を見て行い、36A4では温度計をみて全体が均一になるよう調節し、36A5~A7では点火後6時間80

第1表 炭化試験結果収率関係一覧表

試験番号	36 A 3	36 A 4	36 A 5	36 A 6	36 A 7	
点火年月日	36. 9. 28	36. 10. 4	36. 10. 9	36. 10. 20	36. 11. 2	
樹種	シラカバ	イタヤ	イタヤ	シラカバ	シラカバ	
形状	小径木 小割材	小割材	小割材	小径木 四つ割 長さ 10~15 cm	小径木 四つ割 長さ 10~15 cm	
炭材重量	含湿(kg)	1091	998	1101	1040	1061
	絶対換算(kg)	717	797	871	707	745
炭材平均水分 (%)	34.3	20.1	20.9	32.0	29.8	
木炭収量 (kg)	166	183	208	129	141	
対炭材 木炭収率	対含湿 (%)	15.2	18.3	18.9	12.4	13.3
	対絶対 (%)	23.2	23.0	23.9	18.3	18.9
炭化時間 (時間、分)	11.15	10.57	13.05	12.30	12.35	
平均気温 (°C)	19.4	10.7	13.3	10.7	5.5	
排煙温度抑制の有無	無	無	有	有	有	

を保つ様調節したのち36 A 4と同棟に炭化を進めた

3) 炭化期

通風口と煙道口を全て50%に狭めて炭化に入ったあと、各部分が均一に炭化されるよう通風口と煙道口の両積を、各々4個の総和が全面積の和の50%になるよう増減して調節し、炭化の終了は煙の色が全部白から青に変わった時を目標として、煙道口と通風口を5分間全開加熱して煙突を取除き、8個の口を砂で密閉消火した。

4) 煙道口と通風口の交換

このかまは構造上炭化を均一にするため煙道口と通風口を回数多く取替えた方が有利で従来は乾燥から炭化に移る時と密閉直前の2回であったが、今回の試験では煙突取付け後2時間おきに交換した。

5. 測定事項

今回の試験は温度測定が主体で、排煙温度は煙突の下端曲りの付根より20cm上のところで測定し、内部温度はかまの中心より20cm、床面上50cmのところで測定した。この位置は点火期に火焰がふれる場合とふれない場合で非常にムラがあるので今後検討したい。これらの外前報の通り炭材重量、木炭収量気温などを測定したので第1表に示す。

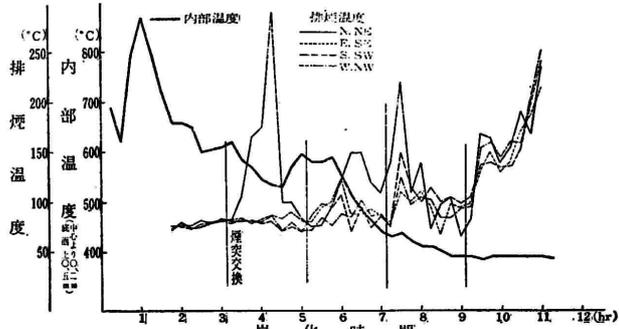
なおこの表の試験番号の意味は最初が試験の年度を示し、以下は前報と同様である。

6. 試験結果

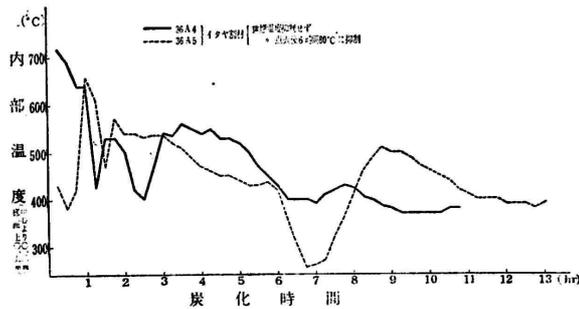
従来の炭化法による排煙温度は第1図に示すとおり一部が非常に高温を示した。又短い間に連続して行った比較試験の結果は第2図に示したとおり排煙温度を抑制しない場合、内部温度は大体最初高く次第に低下するが、乾燥期の排煙温度を抑えると点火6時間後位から大きく低下し、炭化期に入ってから再び急に上昇して、500以上に達したのち400附近まで下って安定した。この場合の排煙温度は第3図及び第4図に示す。乾燥期の排煙温度を抑えると炭化期に入ってから内部温度が大きく上昇する傾向は、引続いて行った2例でも不完全ながら確認された(第5図)。

7. 考察

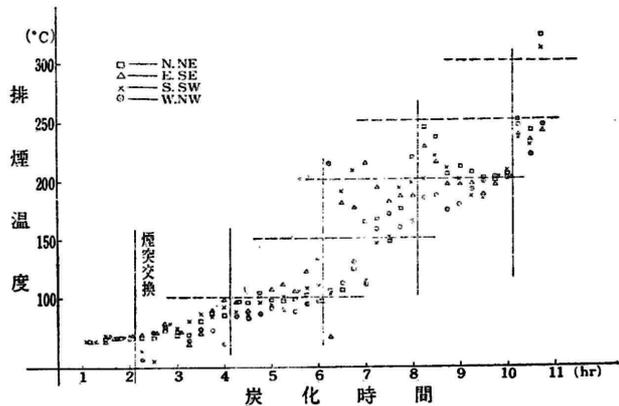
試験結果についてまず煙突のうち1本だけ高温を示す原因を考えると、かまの中央で点火された火が通風口に達する時間は炭材のつめ方、点火室の偏り、気象状態などにより差を生じ、一方のみ早く火が回りすぎると、通常かまの中心を上昇したのち壁面附近の炭材を乾燥させながら下降して煙突から排出される燃焼ガスが直接煙突へ短絡するため、熱効率をよくするためには高温を示す煙突の口を充分狭める必要がある。



第1図 内部温度及び排煙温度推移 (36A3)



第2図 内部温度推移対比図



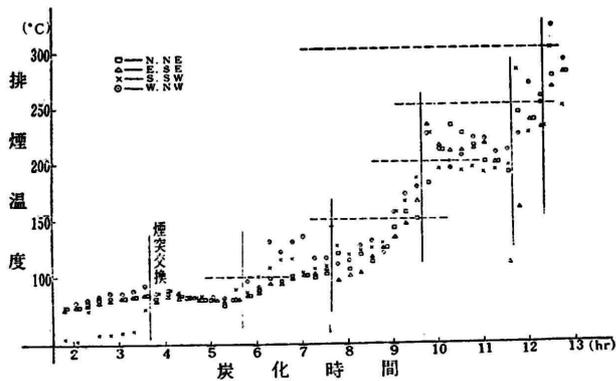
第3図 (36A4) 排煙温度推移

又熱効率よく乾燥するため排煙温度を一定時間80 に抑えたところ、内部温度は一度大きく低下し、抑制をやめると逆に大きく上昇したが、内部温度が低下するのは乾燥が終りに近づくと、水分蒸発のための熱消費が少なく、排煙温度を抑えることが燃焼を極度に制限することになるため、このことは炭材の乾燥が実際に終了したことを示す手がかりになる。又その後内部温度が大きく上昇するが、これは全体の乾燥が終了して温度上昇を阻害する水分が少ないことの外、発熱分解が起っていることも推察される。このように炭化の終了近く水分の少い時期に内部温度が上昇することは炭材の均一な加熱を期待できるので、加熱速度過大の影響が少なければ炭質を向上させるために有望な現象である。

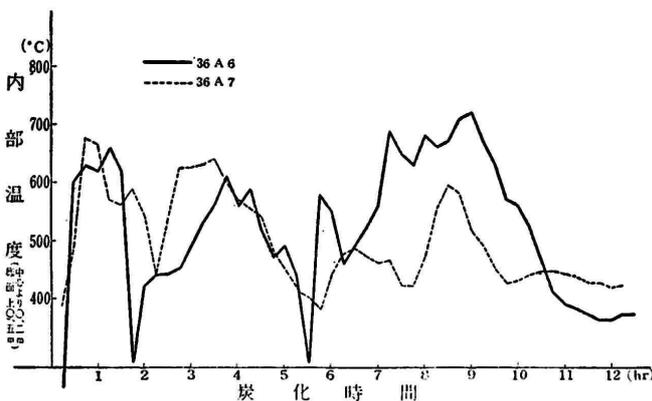
今回の試験では収率及び炭質上のために排煙の温度ムラ及び排煙を或る時間熱効率のよい温度に抑えて乾燥焚きを行った場合の内部温度の変化を測定考察したが、排煙温度を一定に抑えると内部温度の変化に興味ある傾向がみられ、今後の試験に一つの方向をうることができた。又今回は単に温度変化のみに止めたが今後は炭質に与える影響など多くの点から考察するつもりである。

参考文献

- (1) 戸田治信；林指月報 No. 116 (1961)



第4図 (36A5) 排煙温度推移



第5図 内部温度推移