

林業技術研究成果集

第 4 号

平成 1 0 年 1 月



鹿児島県林業試験場

鹿児島県始良郡蒲生町上久徳 182 の 1

〒 899-5302 TEL (0995) 52-0074

(龍郷町駐在) 鹿児島県大島郡龍郷町大勝

〒 894-0105 TEL (0997) 62-2007

第4号発刊にあたって

今回第4号を刊行するにあたりまして、小冊子とせず、ファイリング式にいたしました。
前号と合わせて、各自綴ってご活用下さい。

この成果集が現場で広く利用されんことを期待いたします。

鹿児島県林業試験場長 中津濱 進

目 次

| 【 森林保護 】 | 頁 |
|-------------------------------|-------|
| 奄美における松くい虫の生態と防除 | 1 ~ 2 |
| 【 環境保全 】 | |
| 酸性雨等森林被害モニタリング調査 | 3 ~ 4 |
| 【 林 産 】 | |
| 簡易炭化炉による竹材の炭化スケジュールについて | 5 ~ 8 |

奄美における松くい虫の生態と防除

1. 背景・目的

奄美大島の瀬戸内町で平成4年に確認された松くい虫被害は、年々増加して拡大の様相を呈し、また、被害発生パターンが8月から10月頃に集中発生する県本土とは異なるとの情報もあったことから、当地に適した防除法を検討・確立するため松くい虫の生態について調査した。

更に、松くい虫被害が平成に入ってから微害で推移している沖永良部島において、その実態を把握するためマツノマダラカミキリ及びマツノザイセンチュウの生息状況を調査した。

2. 研究の成果

(1) 瀬戸内町

ア 松枯損動態

瀬戸内町薩川に設定した調査地（調査本数699本）での枯損動態を表一に示した。

枯損は6月に始まり、9月末には68%に達し、12月末には100%となった。

調査地内では調査期間中に1月から5月まで新しい枯損は見られなかった。

なお、調査地内で燻蒸駆除を実施した結果、被害率は減少した。（2ヶ年の減少率88.5%）

イ 枯損木からのマツノザイセンチュウの検出

殆どの供試木からマツノザイセンチュウが検出され、瀬戸内町の松枯損の大半が松くい虫による被害であると確認された。

ウ マツノザイセンチュウ保持調査

マツノザイセンチュウは供試した全てのマツノマダラカミキリから検出された。

エ マツノマダラカミキリ発生消長

マツノマダラカミキリの発生初日は4月下旬、ピーク（50%発生時）が5月下旬、最終日が6月下旬であった。図一参照（データ提供：大島支庁農林課）

枯損月別に供試木を当场に持ち帰って発生させたところ、10月以降の枯損木からマツノマダラカミキリの発生は見られなかった。

オ マツノマダラカミキリの産卵時期調査

誘引木（生松丸太を伐倒し、1mに玉切りし井桁に組んで、その上に松の枝条を被せたもの）による産卵時期調査を行ってきた。最終結果を表二に示した。

産卵の始期及び終期は卵期間・発育期間から推定して、始期は5月中旬、終期は9月上旬である。ただし、このデータはカミキリの発生時期や気象条件により変動すると考えられる。

カ 駆除方法

現地で、被害木を厚手のビニールを2重にして包み5月18日から7月17日まで2ヶ月間放置した。その結果、羽化したカミキリもビニールから脱出できずに斃死していた。

当地における駆除方法は従来全木焼却であったが、この結果を踏まえつつ作業効率の良い燻蒸型伐倒駆除を採用するよう提言し、今では駆除の殆どが燻蒸で行われている。

(2) 沖永良部島

ア マツノマダラカミキリ及びマツノザイセンチュウ生息調査

誘引木でマツノマダラカミキリを5頭捕獲した。誘引木及びマツノマダラカミキリ5頭からマツノザイセンチュウは検出されなかった。また、別の誘引木から発生したマツノマダラカミキリ2頭からもマツノザイセンチュウは検出されなかった。

イ 不審な枯れ松によるマツノザイセンチュウ分離試験

全ての供試木からマツノザイセンチュウは検出されなかった。

3. 普及上のポイント

(1) 瀬戸内町では、松くい虫の生態は、本土より発生・産卵・枯損時期が約1ヶ月早い。生態に応じた適期の防除に努める必要がある。

なお、感染源除去は、枯損・産卵状況からみて11月から2月までに実施するのがよい。

(2) 沖永良部島では、マツノマダラカミキリの生息は認められたが、マツノザイセンチュウは確認されなかった。今後、新たな被害木搬入防止に留意する必要がある。

表-1 瀬戸内町における松枯損動態

| 調査時期 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 計 | 率 |
|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|----|-----|
| 平成7年 | | | | | | 0 | 1 | 12 | 8 | 4 | 4 | 7 | 36 | 5.2 |
| 平成8年 | — | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 | 1.1 |
| 平成9年 | — | — | 0 | 0 | — | 0 | — | — | 4 | — | — | 0 | 4 | 0.6 |

表-2 マツノマダラカミキリの産卵時期

| | | | | | |
|--------|-------|-------------------|-----------------|-------|-------|
| 誘引木設置日 | 4月3日 | 4月3日 | 現地枯損木調査 | 9月10日 | 9月16日 |
| 誘引木回収日 | 5月1日 | 5月20日 | 9月10日 | 9月16日 | 9月25日 |
| 割材等調査日 | 6月16日 | 6月16日 | 10月14日 | 9月16日 | 9月25日 |
| 産卵の状況等 | 産卵無 | 全て樹皮下幼虫 (2~3齢) | 回収日卵, 調査日には3~4齢 | 産卵無 | 産卵無 |

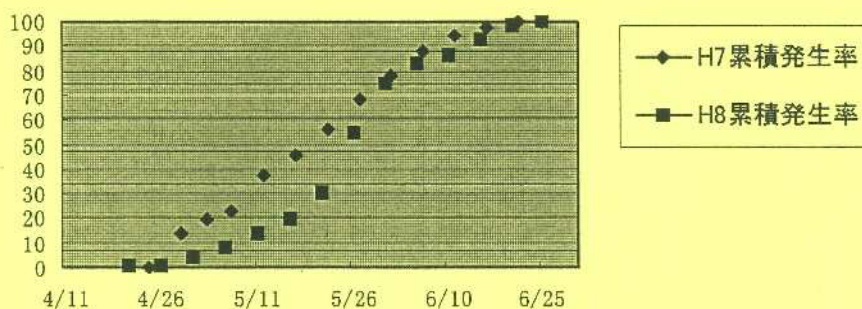


図-1 マツノマダラカミキリ発生消長

(保護部 田實秀信)

酸性雨等森林被害モニタリング調査

1. 背景, 目的

我が国においても, 都市近郊平地スギ林や山岳地帯のモミ, ブナ, ダケカンバ, オオシラビソ林等の衰退が確認されており, 環境汚染や気象変化が森林生態系に影響を及ぼすのではないかと危惧されている。

このため, 林野庁が主体となり, 酸性雨等による森林の潜在的被害, 慢性的な立地環境の悪化を早期発見するとともに, 我が国森林の全体としての衰退状況を把握し, 環境の変化と森林衰退との関連の把握と解析を行うため, 全国統一のモニタリング調査を実施している。

本県においては, 平成2年度から6年度の5年間に県下27箇所固定調査地を設け, 第1期の調査を実施した。

2. 調査項目

(1) 現地調査

- ア. 林分概況調査: 調査地点の位置, 標高, 傾斜方位, 傾斜角度, 表層地質, 施業歴
- イ. 毎木調査: 調査区内の樹木の胸高直径と樹高測定
- ウ. 植生調査: 毎木調査の対象とならない稚幼樹, 低木, 草本の優占度の調査
- エ. 地上部衰退度調査: 調査区内の上層木 20 本を選び, 葉色の変化, 異常落葉, 葉量の減少, 枯れ枝の発生, 梢端枯れ等, 個体毎の衰退度を健全から枯死までの5段階で記録するとともに樹冠の状態を写真撮影により記録
- オ. 根系の生存率: 深さ 20 cm までの土壌中に存在する細根量とその生死の割合
- カ. 土壌調査: 土壌の化学性と物理生の変化をとらえるための土壌断面調査
- キ. 落葉量調査: 特定の調査地において, 月別落葉量を測定するとともに, 分析用試料を採取

(2) 分析試料採取と分析項目

- ア. 雨水: 調査地点における指定期間(6月)の10日間の雨水のバルク方式による採取, 分析
現地測定: 水素イオン濃度(pH), 導電率(EC)
詳細分析: 水素イオン濃度(pH), 導電率(EC), アンモニウム(NH₄⁺)・硝酸(NO₃⁻)・亜硝酸(NO₂⁻)・塩素(Cl⁻)・硫酸(SO₄²⁻)・リン酸(PO₄³⁻)濃度(以上イオンクロマト法)
カリウム(K⁺)・カルシウム(Ca²⁺)・マグネシウム(Mg²⁺)・ナトリウム(Na⁺)濃度(以上原子吸光法)
- イ. 植物体: 生葉中の総イオウ量(LECO-S分析計)
- ウ. 落葉: 落葉量調査で得られた落葉試料中のアルミニウム, 亜鉛, 銅含有量(原子吸光法)
- エ. 土壌: pH(H₂O), pH(KCl), 炭素・窒素(CNコーダー法), 交換酸度(YI), 交換性塩基(K, Ca, Mg), 交換性アルミニウム(1N KCl抽出)
- オ. 年輪: 伐倒木から円盤または成長錐で採取したコアのソフトX線による解析

3. とりまとめの総括

平成9年1月に発表された林野庁の事業報告によると, これまでの調査結果から, 5年間に観測された雨水のpH値は, 年次変動もあるが平均4.9~5.2で, 我が国の森林地帯においても酸性雨が降っていることが確認された。また, 交換性塩基量が少なく交換性アルミニウムが多い土壌が, 瀬戸内海沿岸や中京から北陸にかけての地域に分布していること明らかになった。

また, 全国的に見れば, 硝酸態窒素濃度が高い降雨が見られる地域, 酸性土壌の分布している地域と

地上部に可視的症狀等が報告された林分が存在する地域とは重なりが見られた。

しかしながら、個々の地点毎の解析では、酸性雨等の環境汚染による森林衰退を肯定する因子は抽出されなかったということである。

本県における調査結果の一部は表-1に示すとおりである。雨水のpH値は平均4.6~5.1、全体平均4.9で全国の値と比較すると平均的な値であった。また地上部における衰退は確認されなかった。

表-1 酸性雨等森林被害モニタリング事業調査結果(平成2年度~6年度)

| 調査地 | 地 況 | | | | 林 況 | | | | | 土 壤 | | 雨水の pH値 | 地上部 衰退度 |
|------|-----------|------|----------|-----------|----------|-----------|---------------|-------------|--------------|--------|--------|------------|------------|
| | 標高 | 傾斜方位 | 傾斜角 | 地 質 | 樹種 | 林齢 | ha当り 本数 | 平均 樹高 | 平均胸 高直径 | 土壌型 | 土性(A層) | | |
| 出水市 | (m) 60 | N | (度) 4 | シラス | スギ | (年) 45 | (本/ha) 567 | (m) 23.1 | (cm) 33.8 | BD | 埴質壤土 | 5.6 | 0 |
| 栗野町 | 670 | N70W | 21 | 安山岩 | " | 38 | 800 | 15.7 | 30.7 | BD | " | 4.4 | 0 |
| 蒲生町 | 170 | N10W | 36 | 溶結凝灰岩 | " | 56 | 533 | 18.4 | 27.4 | BD(d) | " | 4.8 | 0 |
| 吉田町 | 360 | N10W | 40 | 安山岩 | " | 40 | 717 | 17.2 | 29.3 | BID | " | 4.5 | 0 |
| 志布志町 | 190 | N | 36 | 日南層群 | " | 36 | 733 | 17.7 | 26.5 | BD(d) | 砂土 | 4.9 | 0 |
| 枕崎市 | 190 | S30W | 31 | 四万十層群 | " | 31 | 933 | 24.8 | 15.6 | BD(d) | 砂質壤土 | 5.7 | 0 |
| 佐多町 | 420 | S30W | 22 | 花崗岩 | " | 20 | 1,750 | 13.1 | 23.1 | BID | " | 6.1 | 0 |
| 上屋久町 | 260 | N10W | 14 | 熊毛層群 | " | 26 | 1,350 | 10.8 | 19.1 | BD(d) | 埴質壤土 | 4.5 | 0 |
| 大口市 | 340 | S50E | 26 | 輝石安山岩 | ヒノキ | 35 | 1,000 | 15.2 | 20.0 | BD | 微砂質壤土 | 4.6 | 0 |
| 川内市 | 120 | N15W | 22 | 石英安山岩 | スギ | 38 | 1,600 | 17.7 | 24.4 | BE | 壤土 | 4.8 | 0 |
| 福山町 | 410 | N22E | 1.5 | シラス | " | 33 | 1,300 | 14.6 | 24.4 | BD | 砂質壤土 | 4.0 | 0 |
| 指宿市 | 370 | S73W | 14 | 輝石安山岩 | ヒノキ | 21 | 2,150 | 8.3 | 14.4 | BID | " | 4.8 | 0 |
| 龍郷町 | 280 | S75E | 15 | 大勝頁岩層 | リュウキョウマツ | 22 | 2,400 | 10.5 | 19.9 | ByD | 微砂質壤土 | 4.7 | 0 |
| 宇検村 | 200 | - | 0 | 名瀬粘板岩凝灰岩層 | 天然広葉樹 | 22~33 | 3,700 | 11.0 | 12.7 | YC | 壤土 | 4.9 | 0 |
| 阿久根市 | 460 | S44W | 26 | 四万十層群 | ヒノキ | 34 | 2,350 | 9.6 | 16.5 | BC | 微砂質壤土 | 4.8 | 0 |
| 末吉町 | 270 | S79E | 32 | シラス | スギ | 38 | 850 | 19.2 | 30.7 | BIE | " | 5.0 | 0 |
| 金峰町 | 450 | S70W | 30 | 四万十層群 | " | 34 | 1,600 | 17.6 | 34.8 | BD | " | 5.0 | 0 |
| 鹿屋市 | 390 | S10E | 15 | 輝石安山岩 | ヒノキ | 37 | 1,750 | 11.8 | 19.9 | BID(d) | " | 5.0 | 0 |
| 天城町 | 160 | S43W | 10 | 新村粘板岩層 | 天然広葉樹 | 18~38 | 2,950 | 10.4 | 22.8 | YD | 埴質壤土 | 5.0 | 0 |
| 国分市 | 270 | - | 0 | シラス | ヒノキ | 19 | 2,100 | 13.8 | 19.8 | BID | 微砂質壤土 | 4.6 | 0 |
| 日吉町 | 210 | N12W | 40 | 砂岩 | スギ | 20 | 1,850 | 13.7 | 25.3 | BD(d) | 壤土 | 5.2 | 0 |
| 中種子町 | 260 | S42E | 18 | ローム | スギ | 32~35 | 600 | 9.2 | 26.5 | BD | 壤土 | 5.2 | 0 |
| 南種子町 | 150 | N76E | 5 | 砂岩 | " | 30 | 1,850 | 10.9 | 18.2 | BD | 残積 | 5.0 | 0 |
| 東 町 | 350 | S79E | 10 | 安山岩 | ヒノキ | 30 | 1,750 | 11.1 | 18.2 | BD(d) | 微砂質壤土 | 4.9 | 0 |
| 薩摩町 | 300 | N10W | 25 | 安山岩 | " | 36 | 1,350 | 13.4 | 17.7 | BD(d) | 壤土 | 5.2 | 0 |
| 鹿屋市 | 150 | S80E | 20 | 頁岩 | スギ | 43 | 1,350 | 18.9 | 22.7 | BE | 微砂質壤土 | 4.9 | 0 |
| 佐多町 | 180 | N51W | 39 | 砂岩 | " | 25 | 2,500 | 11.9 | 18.3 | BD | 微砂質壤土 | 4.6 | 0 |

※ 雨水のpH値は、林業科学技術振興所による詳細分析の値である。
各調査地の調査年度、所在地については平成2年度から6年度の林業試験場業務報告(第39号~43号)を参照

簡易炭化炉による竹材の炭化スケジュールについて

1. 背景・目的

タケノコ生産を目的としたモウソウチクの栽培では、親竹の密度管理の観点から古竹の伐竹が重要であるが、伐竹及び伐竹材の処理作業は多くの労力を必要とする。また、現在竹材の利用には限りがあるため、竹林放置や焼却処分される竹材も多く、今後竹林の放置化が懸念される。

一方、近年、木炭は増進法により土壌改良資材に認定されるなど、新しい利用資材として見直されつつある。

このようなことから、本研究はタケノコ生産過程に発生する古竹の有効活用手段として、炭化による竹材の有効利用を目的としている。炭化技術においては、炭化材の発生する竹林内に、簡易に築設しうる簡易炭化炉の開発と、朝に火を入れ夕方には消火するといった炭化作業（約10時間程度）により、竹炭を製造することに主眼をおいた。

2. 研究の成果

(1) 簡易な炭化装置（ブロック窯）の開発

簡易炭化装置の開発にあたっては、材料の入手が容易で、かつ、安価で築設でき、炭化操作も短時間で可能であるかなどを考慮した。

今回は、一般建築用の空洞ブロックと耐火レンガを組み合わせたブロック窯をベースし、天井蓋は鉄板と建築用不燃外壁材の併用により、窯の保温性・気密性を高めることとした。使用した材料を表-1に、構造図を図-1に示す。なお、炭化を繰り返すことにより生じるブロックのクラック部分には耐火モルタルを使用した。

また、保温性を高めるため半地下としたが、窯底に湿気がたまることによると思われる未炭化材の発生が窯底側に見られたため、レンガとバーベキュー用の網を用い、炭化材が窯底に接しないようにした。

(2) 竹材の炭化

ア. 炭化材料

炭化材料はモウソウチクであり、大半は5年生以上の古竹であったが、台風等による被害竹なども含まれたため、若齢竹も含まれており、10~11月に伐竹・玉切りしたものを使用した。

なお、炭化における炭化材の含水率は、炭化操作や炭化時間等に影響することから、竹材に含まれる含水率を測定した。グラフ-1に竹令・部位別の測定結果を、また、時間経過による各含水率の変化をグラフ-2に示す。グラフから竹材は竹令や部位による含水率の違いが大きく、自然乾燥下においてその格差はほとんど縮まらないことが読みとれる。

このことが竹材の炭化において、炭化作業を複雑化するとともに、炭自体の品質を均一化しにくい要因となっていると考えられる。

イ. 炭化材の詰め込み

窯底にレンガ等を置き、竹材を立てに詰め込む。竹材はあらかじめ長さ40cm程度に玉切りし、かつ、4つ以上に小割りしたものをを使用した。ビニールテープなどである程度の大きさに束ねておくと、詰め込み作業が楽である。その上に上げ木として、スギの枯れ枝を積み重ねた。

ウ. 天井蓋の設置

補強用のステンレス棒（3本）を設置し、鉄板蓋を置き、ブロックとの接地部分は粘土で間詰

めする。その上に建築用不燃外壁材を置き、隙間を同様に間詰めする。粘土が入手できない場合、園芸用に市販されている赤玉土を砕き粘土代わりに使用してもよいが、乾くとひびが入るため、その都度補修しなければならない。

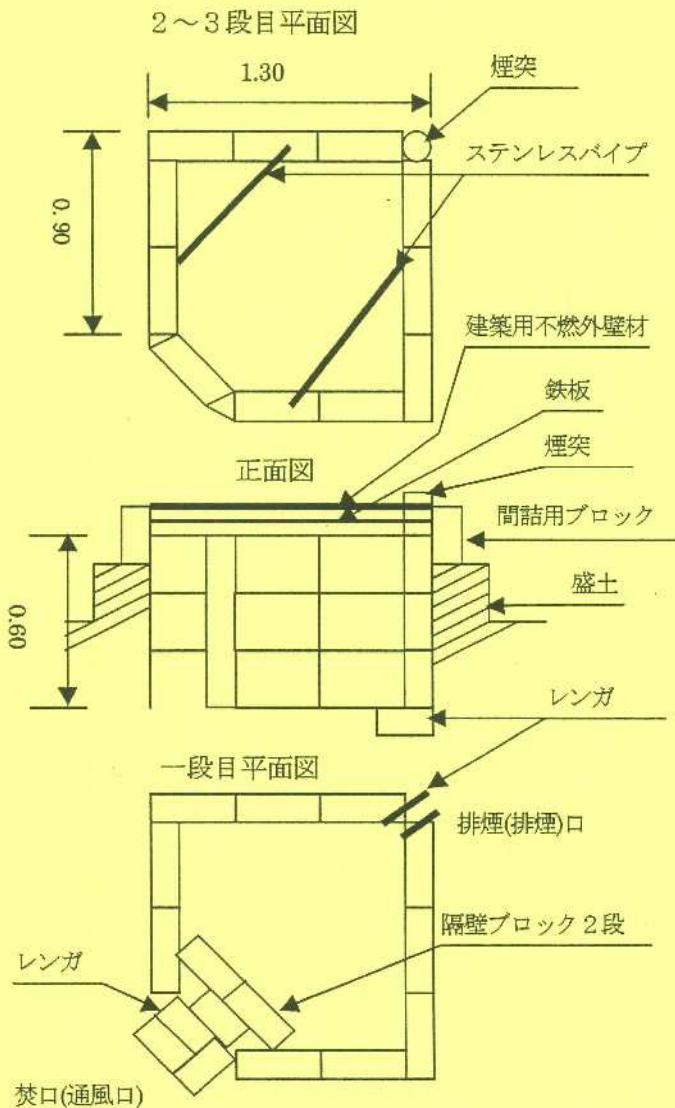
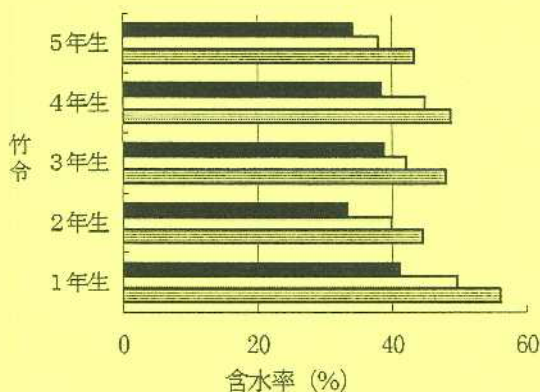


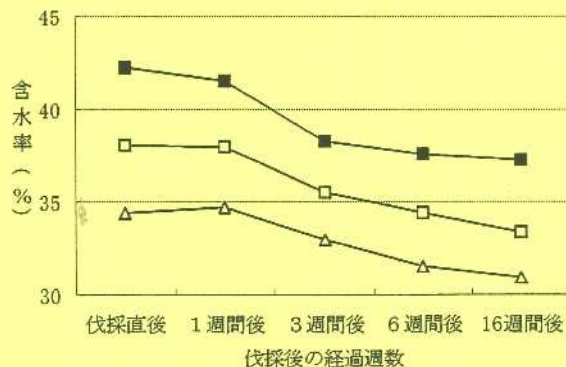
図-1 簡易炭化炉 (ブロック窯)

(グラフ-1) 竹令及び部位別含水率



■ 地上高1m □ 地上高5m ■ 地上高10m

(グラフ-2) 竹稈部位別の含水率の推移



■ 地上高1m □ 地上高3m △ 地上高6m

(表-1) 材料表

| 材 料 | 数 量 | 備 考 |
|---------------------|--------------------|---------------------------------|
| 空洞ブロック (建築用) | 54個 | 窯本体(32)目地用(12)隔壁(4)焚き口(6) |
| レンガ | 26個 | 焚き口下部(5)焚き口上部(8)排煙口(4)窯底 (7) |
| セメント | 1袋 | |
| 砂 | 0.02m ³ | |
| 耐火モルタル | 20kg | |
| ステンレスパイプ | 3本 | φ = 9mm, L=90cm(2本), L=74cm(1本) |
| 鉄板 (130×130cm) | 1枚 | |
| 不燃外壁材 (建築用) | 3枚 | L=90cm, W=62cm, D=3.2cm 加工 |
| 煙突(φ = 9cm, L=90cm) | 1本 | |
| 金網 (バーベキュー用) | 6枚 | L=50cm, W=30cm |
| 粘土 | 適量 | 一部は赤玉土 |

エ. 炭化作業（炭化スケジュール）

炭化作業は、着火するまでの口焚き、着火後は通風口及び排煙口の開閉作業、精錬作業、消火作業である。時間経過における排煙温度と窯内部温度の推移を通風口（焚き口）及び排煙口で行う炭化操作とともにグラフー3に示す。

口焚きは窯内を乾燥させ、徐々に窯内の温度を上昇させる。この熱で炭化材の水分を蒸発させ、木質成分が熱分解を引き起こす（自発炭化）温度まで、窯内温度を上昇させなければならない。窯内である程度の炭化材において、自発炭化が始まると、口焚きしなくても窯内温度が上昇し始める温度を着火温度と言ひ、本簡易窯では約84℃であった。

着火後は、急速な温度上昇が起こりうるので十分注意し、焚き口をレンガや土で3/5~4/5程度ふさぎ通風口とする。それでも排煙温度が上昇しすぎる場合は、排煙口（煙突上部）を5/10~3/10程度ふさぎ、排煙温度の上昇スピードを調整する。岸本²⁾らは、排煙温度が90~150℃にあたる部分を特にゆっくり上昇させることが、炭の収炭率や品質向上の上で最も重要であるとしている。

排煙温度が200℃程度になり、煙の色の青みがはっきりするようになったら、温度上昇スピードを早め、250℃を越えたら精錬作業に入る。

精錬作業は、排煙口を徐々に開け、その後通風口を開け、最終的には双方全開して、窯内に空気を入れる。排煙温度が約350℃になり、排煙口付近の煙がほぼ無色になったら、炭化を終了する。

（実際には、窯内部の位置により温度差があるため、完全に無色にするのは困難である。）一般的に精錬温度を高くすれば、硬度の高い高品質の炭となるが、収炭率が低下するため、製炭目的や実際に製造した炭の品質等を検討して、精錬温度を定める必要がある。

最後に消火作業である。まず、全開した通風口をレンガと土を使って密閉する。排煙口は窯内に残ったガスを排出するため、20~30分後にステンレス蓋と土を使って密閉する。

オ. 出炭

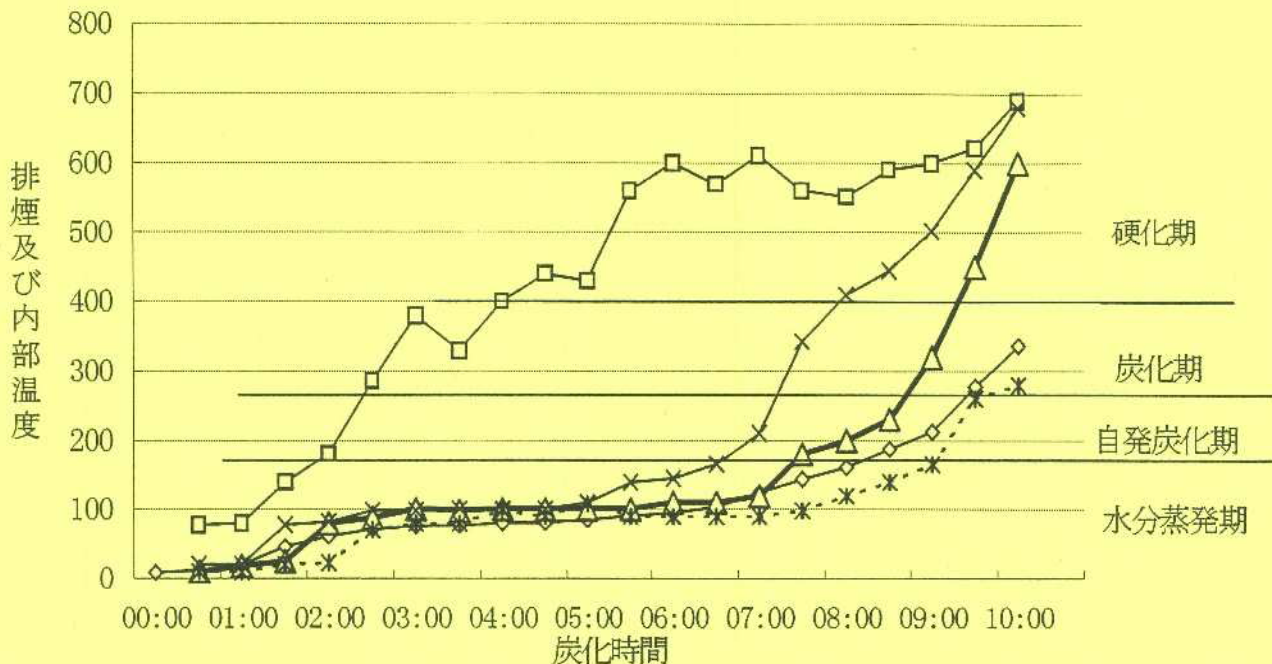
消火作業から約12時間程度で、出炭することができる。まず、排煙口の土などを取り除き全開する。念のため、排煙口の温度を測定、50℃前後になっているのを確認する。（それより高かったら、もう少し放置し、冷却する。）次に、通風口も全開する。そのとき、排煙温度が上昇しないことを確認し、天井蓋を取り除き、出炭する。

3. 普及上のポイント

- (1) 本研究は、簡易に竹炭を製造することを目的としており、炭化についての基本的な知識と400℃程度まで測定できる温度計（3000円程度から）があれば、グラフー3の排煙温度管理（炭化スケジュール）により、ある程度の竹炭を製造することができる。炭化結果は、表ー2に示すとおりであり、竹材をより乾燥した方が収炭率も高く、炭化時間も短い。
- (2) しかし、先述したように、竹材は、竹令や稈部位により含水率が異なり、その格差は自然乾燥下ではほとんど縮まらないことから、高品質竹炭製造を考慮するなら、竹令や稈部位別に選別し、竹材の含水率を均一化するとともに、口焚きによる燻煙乾燥を十分に行う必要があると考える。
- (3) また、グラフー3からも分かるように、窯内の位置により温度差がかなりあるため、本炭化装置のような簡易窯の場合、窯全体を均一に炭化することは困難である。品質上最もよく炭化される窯内位置を見極め、炭化材の詰め込み方を考慮すべきである。

（経営部 田島 次郎）

グラフー3 排煙及び窯内部温度と炭化スケジュール



| | | | | | |
|-----|-------|------------|---------|----------|-----|
| 概要 | 口 焚 き | 着 火 | 炭 化 作 業 | 精 錬 | 消 火 |
| 通風口 | 全 開 | 3/5閉 | 4/5閉 | 全開 | 全閉 |
| 排煙口 | 全 開 | 5/10~3/10閉 | | 2/10閉~全開 | 全閉 |

—◇— 排煙温度 —□— 窯中央上部 —△— 窯中央下部 —×— 角部中央 - - * - - 内部煙道下部

(表-2) 平均含水率による炭化結果 (平成7年度)

| 炭化回数 | 1回目 | 2回目 | 3回目 | 4回目 |
|------------|--------|--------|--------|--------|
| 伐採後週数 | 1週目 | 3週目 | 6週目 | 16週目 |
| 焚火燃料重量 | 未計量 | 28kg | 45kg | 17kg |
| 生炭化材重量 | 173kg | 147kg | 144kg | 112kg |
| 炭化重量 | 未計量 | 25.7kg | 26.3kg | 23.2kg |
| 未炭化重量 | 〃 | 1.6kg | 2.0kg | 0.1kg |
| 収炭率 | — | 17.5% | 18.2% | 20.6% |
| 含水率 (湿潤) | 38.26% | 34.59% | 34.50% | 24.30% |
| 燃烧前气温 | 12.7°C | 13.1°C | 7.9°C | -1.4°C |
| 着火までの時間 | 8:30 | 2:30 | 4:00 | 1:30 |
| 150°Cまでの時間 | 3:00 | 3:15 | 3:00 | 2:45 |
| 精錬開始までの時間 | 1:30 | 3:45 | 3:00 | 3:45 |
| 消火開始時間 | 0:15 | 1:00 | 0:45 | 0:30 |
| 合計時間 | 13:45 | 11:00 | 11:15 | 9:00 |

参考文献

- 1) 木暮 光男：群馬県林業試験場業務報告 S56~57
- 2) 岸本定吉・杉浦銀治：日曜炭やき師入門 (改訂新版), pp144, 総合科学出版, 1994