

木材のエネルギー変換に関する研究 (II)*

—パラコート処理材の精油・樹脂生成に及ぼす季節変化の影響—

城代 進**・真柄 謙吾**・後藤 輝男**

Studies on the Conversion of Wood into Energy (II)*
— Effect of Seasonal variation on the Production of Essential oil
and Resin from Paraquat-treated Wood —
Susumu JODAI, Kengo MAGARA and Teruo GOTO

In order to elucidate the effects of seasonal variations and tree age on the production of essential oil, resin from treated wood, chemical composition, and calorific value of treated wood, the investigation was conducted for paraquat-treated Japanese red pine (*Pinus densiflora* S. et Z.).

The main results are as follows:

- 1) Maximum figures of resin content ratio were showed at August and the content of resin was 32% on 5years old tree.
- 2) The production of acidic components and abietic acid in resin by paraquat-treatment were significant at a season of tree growth.
- 3) Seasonal variation and tree age have little effects to the essential oil content and chemical compositions.
- 4) In all tree age, maximum figures of calorific value ratio were shown at August and the calorific value of treated wood showed figures of 4800 cal/g to 5500 cal/g. Correlation was found between the resin content and the calorific value, but little relationship was found between the essential oil content and the calorific value.

1. 緒 言

著者らは、今迄に本邦産アカマツ及びクロマツにパラコートを注入処理することにより、樹幹内に多量の精油・樹脂が生成され、木材の高カロリー化が促進されることを究明し、樹木資源からのエネルギー源の生産に対し、パラコート処理はかなり効果的であることを報告し¹⁾²⁾た。しかし、精油・樹脂の収率、発熱量及び成分組成を考慮したパラコートの最適処理条件については十分な解

明がなされていない。そこで本研究ではパラコート処理材の最適樹齢と伐採時期を決定するために、処理材の発熱量、精油・樹脂の収率及び成分組成に及ぼす樹齢・季節変化の影響について検討した。

2. 実 験

2.1 パラコート処理

昭和59年4月、枕木山林地内で5年生、10年生、20年生アカマツ (*Pinus densiflora* S. et Z.) に、10、20年生は地上1m、5年生は地上0.2mの位置で切れ込みをつけ、0.2%ツイン20を含む5%パラコート水溶液を樹

* 本報の一部は、第35回日本木材学会 (1985年4月東京) で報告した。

** 改良木材学研究室。

齢に応じ、5年生に 2ml, 10年生に 3ml, 20年生に 5ml それぞれ注入した。また、同時に対称位置に0.2% ツイン20水溶液をパラコート水溶液と同量注入しコントロールとした。

処理後1ヶ月ごとに伐採し10月まで続けた。伐採した材は、Fig. 1 に示したように処理点及び処理点から上方 1.5m の位置で厚さ 1cm のディスクを採取し、それぞれを T1, C1, T2, C2 とした。5年生については、樹高の関係から処理点の上方 1m を T2, C2 とした。

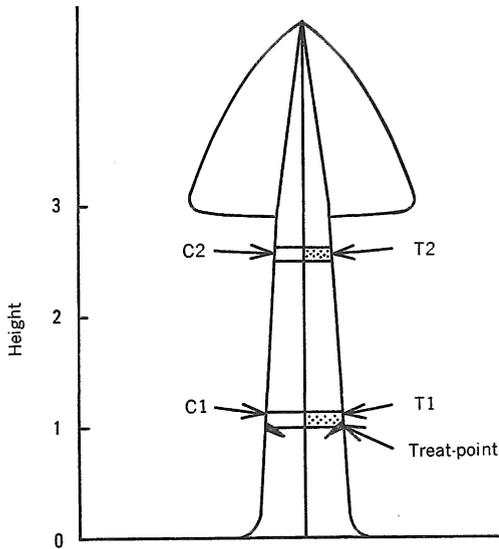


Fig. 1 Section and sample number of treated wood

2.2 精油・樹脂の調整と化学定数の測定

パラコート処理材から採取した各ディスクをウイレーミルで10メッシュ以下に粗砕し、精油・樹脂の抽出試料とした。

樹脂はソックスレー抽出器を用いてベンゼンにより8時間抽出し、精油は精油定量装置を用いて10時間蒸気蒸留しそれぞれを単離した。

樹脂の酸価、ケン化価は常法³⁾に従って測定した。

2.3 精油のガスクロマトグラフィー

島津製作所製GC-4BPTFガスクロマトグラフを用いて、次の条件により分析した。

ガラスカラム 3mm ϕ ×3.2m, 充填材 Thermon-3000, カラム温度 80~250 $^{\circ}$ C, 昇温 6 $^{\circ}$ C/min, キャリアガスN₂, 検出器 FID.

2.4 樹脂の紫外線吸収スペクトル

0.002%樹脂エタノール溶液について、島津製作所製

UV-200分光光度計を用いて紫外吸収スペクトルを測定した。

2.5 木材の発熱量測定

吉田製作所製燃研式断熱熱量計を用い、JIS K 2278-1980 により発熱量を測定した。

3. 結果と考察

3.1 樹脂含量の季節変化

C1の樹脂含量に対するT1の樹脂含量の比（樹脂含量比）の変化を Fig. 2 に示した。5年生, 10年生, 20年生いずれも樹木の生育時期である8月において樹脂含量比はピークを示した。8月におけるT1の樹脂収率は5年生で32%, 10年生で10%, 20年生で18%であった。また、収率の最高値は5年生の10月のT1で40%を示した。

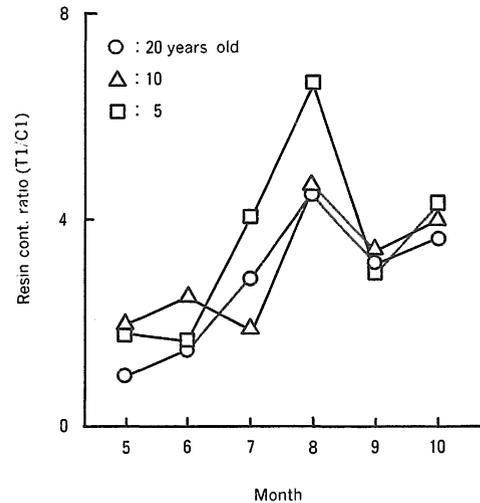


Fig. 2 Seasonal variations of resin content ratio

5, 10, 20年生それぞれの樹脂含量比は、5年生が最も高く、パラコート処理による最も高い樹脂生産性は5年生において認められた。

3.2 精油含量の季節変化

C1の精油含量に対するT1の精油含量の比（精油含量比）の季節変化を Fig. 3 に示した。精油は樹脂にみられるような顕著な精油含量比のピークは認められず、全体的に樹木の生育の遅くなる秋季に向けて上昇して行く傾向にあった。T1での精油収率は、5, 10, 20年生いずれも1~3%程度であった。

パラコート処理による精油の生産性は、8月で精油含量比が約6を示した5年生が最も高いと考える。また、

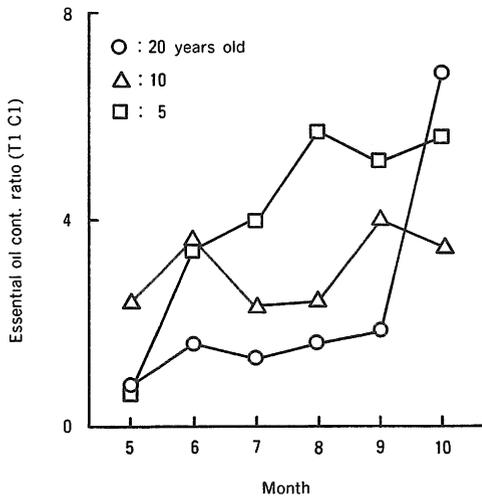


Fig. 3 Seasonal variations of essential oil content ratio

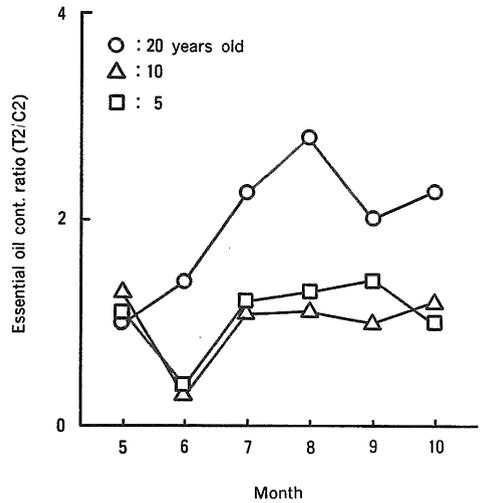


Fig. 5 Seasonal variations of essential oil ratio

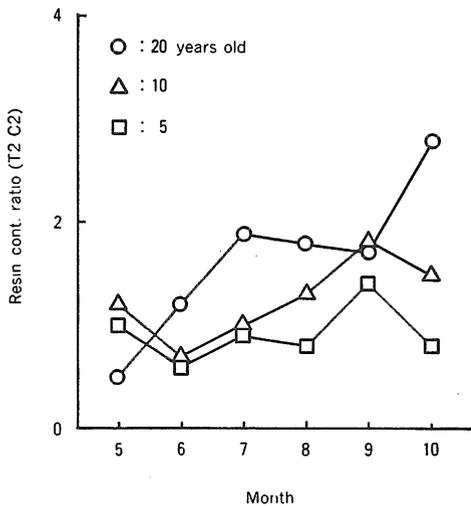


Fig. 4 Seasonal variations of resin content ratio

樹脂含量比は樹木の生育の盛んな時期に増加する傾向を示したが、精油含量比は秋季に向けて増加する傾向を示した。これは、パラコート処理による樹幹内樹脂・精油生成経路が同一ではないことを示唆するものであり、それぞれ別個の経路によって生成されていることが推定される。そして、パラコート処理は、樹木の生育が盛んになる時期に樹脂生成経路を、生育が遅くなる時期に精油生成経路をそれぞれ活性化しているものとする。

T2, C2から単離した樹脂・精油についてもそれぞれの含量比の季節変化を Fig. 4, 5 に示した。C1, T

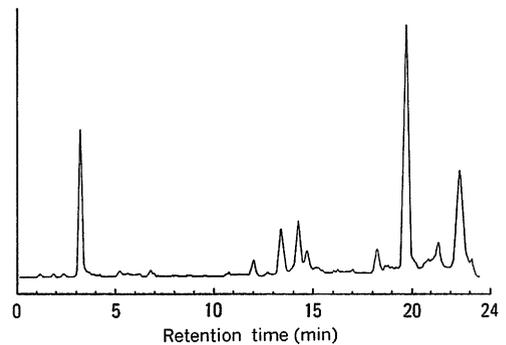


Fig. 6 Typical gas chromatogram of essential oil

1で認められたような季節変化は現れず、T2, C2におけるパラコート処理の有効性はほとんど考えられない。

3.3 精油のガスクロマトグラム⁴⁾

樹幹より単離した精油のガスクロマトグラムを Fig. 6 に示した。主成分としてモノテルペン類及びセスキテルペン類が同定されたが、季節による明確な傾向は確認できなかった。従って、パラコート処理の精油に対する効果は、成分組成の変化に対してよりもむしろ精油の増量作用にあると考えられる。

3.4 樹脂の紫外線吸収スペクトル

T1, C1から単離した樹脂の紫外線吸収スペクトルを Fig. 7 に示した。これより 241nm に極大吸収を持つアビエチン酸の存在を確認した。この 241nm におけるC1とT1の吸光度の比(吸光度比)の季節変化を Fig. 8 に示した。7月において5年生, 10年生, 20年

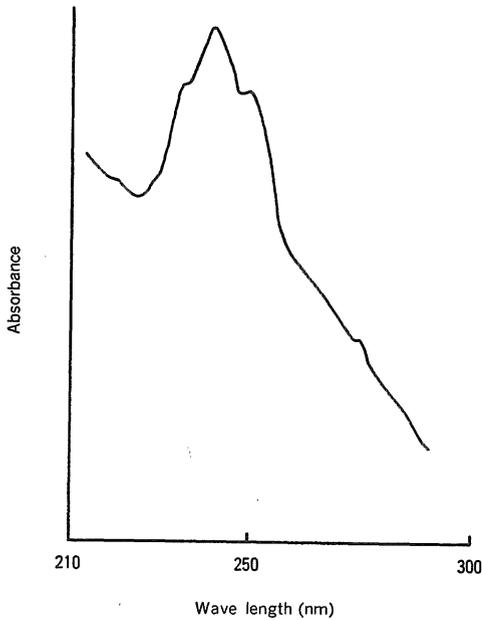


Fig. 7 Typical U. V. spectrum of resin

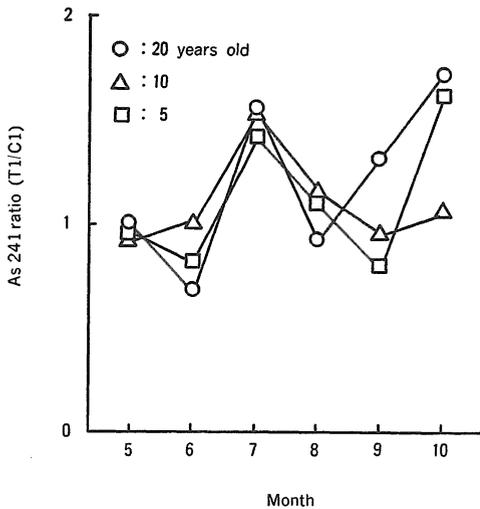


Fig. 8 Seasonal variations of As241nm ratio of resin

生いずれもアビエチン酸の吸光度比にピークが認められ、樹木の生育時期にアビエチン酸の生成も盛んであることが推定される。

3.5 樹脂の酸価、およびケン化価

樹脂の酸価は T1 で 120~150、C1 で 90~130 であった。また樹脂のケン化価は T1、C1 とともに 160~180 であった。T1 と C1 の酸価の比（酸価比）の季節変化を Fig. 9 に示した。酸価比は 6 月においてピークを示し、

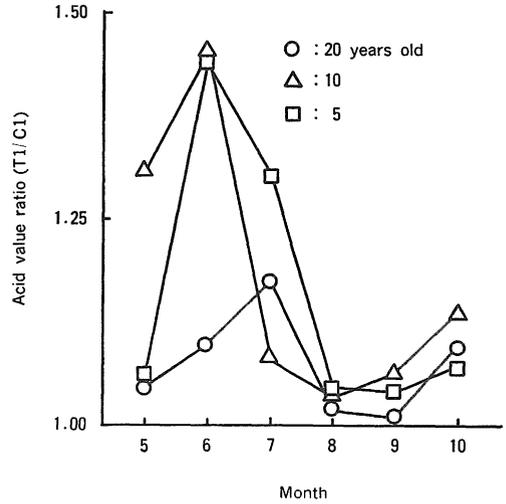


Fig. 9 Seasonal variations of acid value ratio

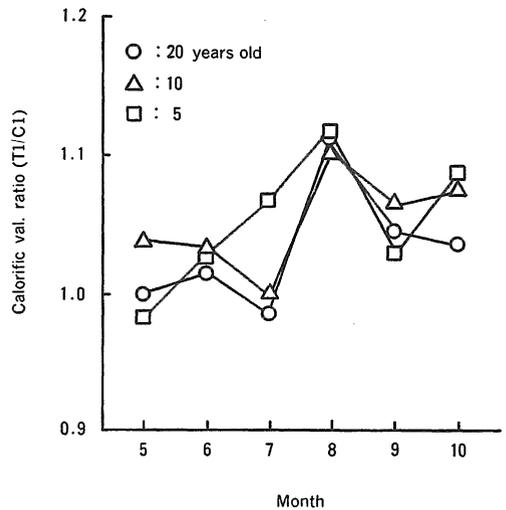


Fig. 10 Seasonal variations of calorific value ratio

樹木の生育時期である 6 月において、注入したパラコート の酸化作用及び樹脂酸、脂肪酸などの酸性成分の生成が盛んであることが推定される。

3.6 発熱量

Fig. 10 に樹幹発熱量の季節変化を示した。発熱量は T1 で 4800~5500cal/g、C1 で 4500~5200cal/g であった。C1 と T1 の発熱量の比（発熱量比）は 8 月にピークが認められ、樹脂含量比の季節変化と同じ傾向を示した。従って、樹幹発熱量はその樹脂含量に大きく影響されることが推定される。

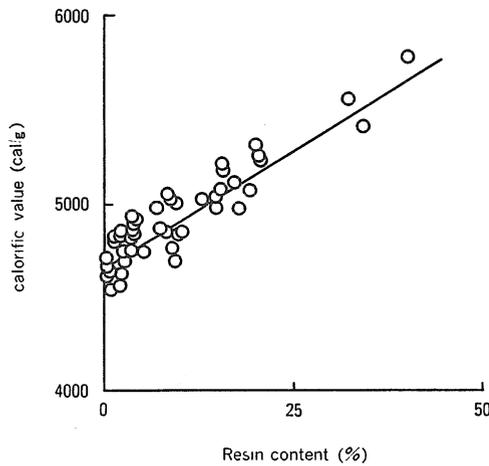


Fig. 11 Relation between calorific value and resin content

樹幹発熱量とその樹脂含量の関係は Fig. 11に示すように、両者の間に相関係数 0.87 の正相関のあることを確認した。従ってパラコート処理は、木材の発熱量を高めるには適切な方法であると推定する。

Fig. 12 に樹幹の発熱量とその精油含量の関係を示したが、明確な関係は認められなかった。

4. ま と め

本研究では、パラコート処理材の発熱量、精油・樹脂の収率及び成分組成に及ぼす樹齢および季節変化の影響について検討し次の結論を得た。

- 1) 樹脂含量比は、5年生アカマツが8月において最高値を示し、樹脂含量は32%であった。
- 2) パラコート処理による樹脂中の酸性成分及びアビエチン酸の生成は、樹木の生育時期に顕著であった。
- 3) 精油含量比及び成分組成は、樹齢、季節変化による影響をほとんど受けず、含量はいずれも1~3%であった。
- 4) 発熱量比はいずれの樹齢においても8月に最高値を示し、T1で4800~5500cal/gであった。樹脂含量と発熱量は正相関の関係にあった。精油含量と発熱量の間には明確な関係は認められなかった。

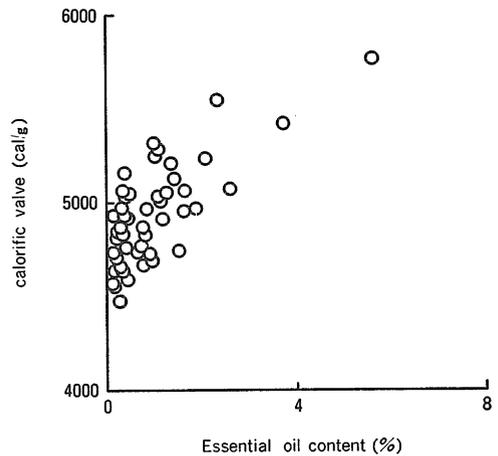


Fig. 12 Relation between calorific value and essential oil content

引用文献

1. 後藤輝男・城代 進・上原 徹・往西弘次：エネルギー特別研究“生物エネルギーの利用と開発”昭和58年度研究成果報告 163-168, 1983.
2. 城代 進・真柄謙吾・後藤輝男：島根大農研報 18 : 88-93, 1984.
3. 東京大学農学部林産化学教室編：林産化学実験書産業図書，東京，1956, p.156.
4. 島津ガスクロマトグラフ充てん剤ニュース 21 : Sep. 5, 1979.