

木質チップ熱処理物の土壌被覆資材としての検討

本間 千晶 竹内 保^{*1} 中村 勤^{*1}
梅原 勝雄^{*2} 竹花 邦夫^{*3} 葛西 章^{*1} 石原 茂久^{*4}

The Development of Heat-treated Wood Chips as Mulching Material

Sensho HONMA Tamotsu TAKEUCHI Tsutomu NAKAMURA
Katsuo UMEHARA Kunio TAKEHANA Akira KASAI Shigehisa ISHIHARA

For the development of a new wood chip use, the chemical properties after heat-treatment, color changes and examination for use as a mulching material were investigated. The chemical composition and the FT-IR spectrum of the heat-treated wood chips showed changes from pyrolysis of components in comparison with before heat-treatment. On the other hand, the color of the materials clearly changed to dark brown after processing at 235°C and 245°C, and became blackish brown after processing at 275°C. Because the L* and b* values mostly fell with the rise of the processing temperature according to measurement with a colorimeter, it was observed that the luminosity and chroma deteriorated and dark color changes advanced. Effects (restraining of weed outbreak in heat-treated wood chips laying ward, and so on) which were useful for the improvement of appearance of a garden were shown in outdoor-exposure tests.

Key words: wood chip, heat treatment, mulching material
木質チップ, 熱処理, 土壌被覆資材

木質チップの用途開発を目的とし、熱処理に伴う化学的性質、材色の変化、および土壌被覆資材としての利用に関する検討を行った。熱処理物の元素組成およびFT-IRスペクトルでは、含有成分の熱分解等に由来する変化が観察された。材色は235°C、245°C処理で茶褐色、275°C処理で黒褐色となり、視覚的に大きく変化した。色差計による測定では、L*値、b*値ともおおむね処理温度の上昇に伴い数値が低下し、明度、彩度の低下、暗色化が観察された。屋外暴露試験等において、木質チップ熱処理物敷設区では雑草発生が抑制されるなど景観の向上に有用な効果が示された。

1. 緒言

道産材チップは、外国産チップ輸入等による需要低迷もあり、付加価値の付与や用途開発、需要拡大が求められている。これら問題の解決のため、様々

な技術が開発されているが、その中で有用な技術の一つに熱処理がある。

近年、木材の熱処理によって付与される性質を利用して調湿材、吸着材、電磁波遮蔽材料¹⁾等様々な

用途が提案され、その性能評価等について報告がなされている。200～300℃付近の温度領域での熱処理では、炭化が十分進行しておらず、細孔構造の発達等は期待できないが、熱分解に伴う化学構造の変化により生じる色調や化学的性質²⁾等を利用した用途開発が期待できる。また、通常の木炭製造条件と比較し、より低い温度領域で製造することに伴うエネルギー消費の抑制、炭素固定、環境保護等の利点も考えられる。

本研究では、木質チップ熱処理物の土壌被覆資材としての利用を想定し、200～300℃付近の温度領域での熱処理による製造を試みた。熱処理物の物性評価および敷設試験の結果、幾つかの知見が得られたので報告する。

なお、本報告の一部は第52回日本木材学会大会(2002年、岐阜市)において発表した。

2. 実験

2.1 供試材料

北海道産カラマツ材チップ、広葉樹材混合チップを用いた。ともに粒径2mm以上の画分を使用した。元素分析、FT-IR分析、材色の測定にはカラマツ材チップ熱処理物のみを供試した。

2.2 熱処理条件

試験装置として、実験用外熱式スクリー炉、ロータリーキルンを用いた。

処理温度は、カラマツ材チップを235℃、245℃、275℃とし、広葉樹材チップを235℃、245℃、275℃、350℃とした。滞留時間は15～18分とし、連続運転を行った。

2.3 元素分析

柳本製作所(株)社製CHN分析計MT-3を使用し、試料中の炭素、水素、窒素含有量(%)を各熱処理条件につき2回測定し、平均値を求めた。

2.4 FT-IR分析

日本分光(株)社製フーリエ変換赤外分光光度計(FT-IR)IR-8900を用い、KBr錠剤法により測定した。木質チップおよびその熱処理物を粉碎後、試料約1mgをはかり採り、所定量の臭化カリウムを添加し、めんの乳鉢中で粉碎、混合した。一部をプレス機を用いて錠剤を成型し、分析に使用した。測定波数範

囲は、400～4,600 cm^{-1} とした。また積算回数は30回とした。

2.5 材色の測定

熱処理に伴う材色の変化を測色色差計(スガ試験機(株)製SM-6)を用いて測定した。受光径は5mmとし、材色は明度指数 L^* 、及びクロマトリックネス指数 a^* 、 b^* で表示した。試験材は各条件5個とし、1試験材につき2か所測定して平均値を求めた。

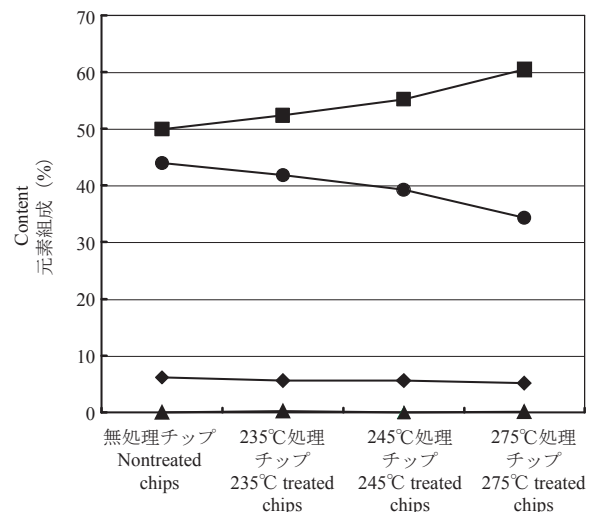
2.6 敷設試験

土壌被覆資材としての適性を評価するため、林産試験場構内(旭川市)において、木質チップ熱処理物の屋外暴露試験を行った。供試材として広葉樹材チップ熱処理物を使用し、暴露面積は約 1m^2 、堆積厚さは約20cmとした。対照は無敷設および無処理チップ敷設とし、1年間外観の変化等を観察した。さらに、旭川市内の街路樹植樹柵および林産試験場展示施設内植物鉢植の各試験区分において、広葉樹材およびカラマツ材チップ熱処理物を敷設し、対照を無敷設として約1年間経過を観察した。

3. 結果と考察

3.1 熱処理に伴う元素組成の変化

無処理チップおよび235～275℃処理チップの元素組成を第1図に示す。全体から水素(%),炭素(%),



第1図 カラマツ材チップ熱処理物の元素組成

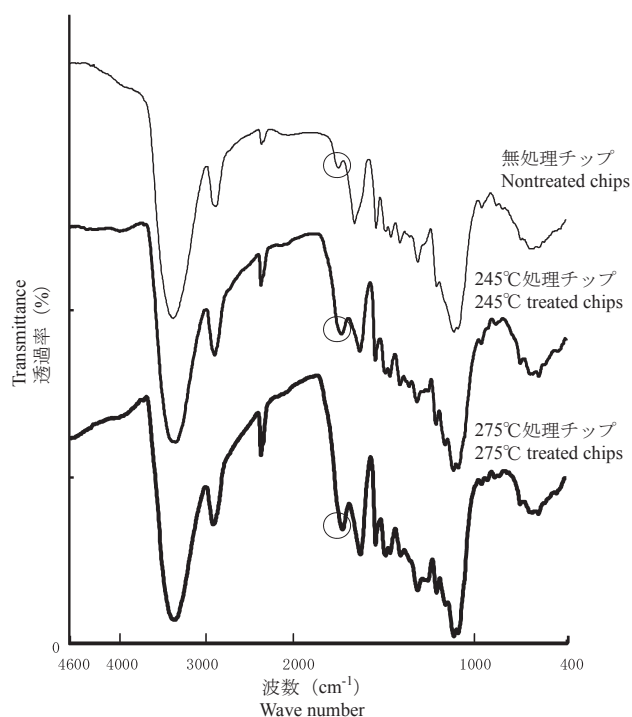
Fig. 1. Results of elemental analysis of heat-treated Japanese larch chips.

凡例 ◆: 水素 (%), ■: 炭素 (%),
▲: 窒素 (%), ●: その他 (%)
Legend ◆: Hydrogen (%), ■: Carbon (%),
▲: Nitrogen (%), ●: Others (%)

窒素 (%) を減じた数値をその他 (%) としたが、この部分は、木材およびその熱処理物の場合、酸素の他には微量の灰分等が含まれるのみであることから、ここでは酸素含有量と考えて差し支えないと思われる。無処理チップと比較し、処理温度の上昇に伴い 275°C 処理チップでは炭素含有量が約 50% から 60% へと増大し、水素含有量は約 6% から 5% へと減少し、酸素含有量も減少したと考えられた。180 ~ 260°C の温度領域においては主としてヘミセルロースの熱分解が進行するとの報告例³⁾があることから、上記の元素組成の変化は、ヘミセルロース等の熱分解とともに脱水等が進行したためと考えられた。

3.2 熱処理に伴う FT-IR スペクトルの変化

無処理チップおよび 245°C、275°C 処理チップの FT-IR スペクトルを比較した (第 2 図)。無処理チップでは 1,735 cm^{-1} 付近に小さな吸収が観察されたが、245°C、275°C 処理チップでは、これが移動若しくはショルダー状となり、代わって 1,710 cm^{-1} 付近の吸収が処理温度の上昇に伴って増大する傾向が観察された。それ以外のスペクトルパターンには顕著な相違は観察されなかった。これまでに 180 ~ 260°C の温



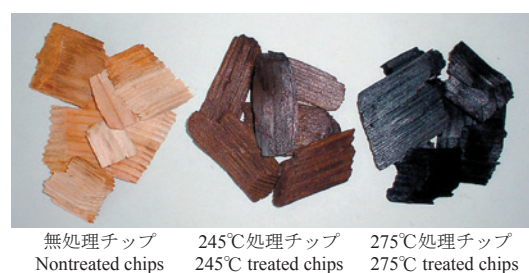
第 2 図 カラマツ材チップ熱処理物の FT-IR スペクトル
Fig. 2. FT-IR spectra of heat-treated Japanese larch chips.

度領域において、ヘミセルロースの熱分解に伴うカルボニル基の生成と 1,700 cm^{-1} 付近の吸収の増大に関する報告例³⁾があることから、245°C、275°C 処理チップにおいても同様の熱分解反応が生じたものと考えられた。

3.3 熱処理に伴う材色の変化

これまでに、熱処理を行うことで材色が変わることは知られており、カラマツ材についても蒸煮処理に伴う色調変化の報告例等がある。例えば、澤辺⁴⁾はカラマツを用いた蒸煮処理において、130°C 以上の処理では辺心材の判別が困難になると述べている。また、窪田ら⁵⁾はカラマツ材心材部の蒸煮処理による材色の変化について、150 ~ 170°C での処理温度、時間との関係を検討し、暗色化が進むことで、早晚材間での色の差を小さくし、重厚な材感を与える効果について言及している。

第 3 図に処理温度条件の異なるカラマツ材チップ熱処理物を無処理チップと比較した例を示す。カラマツ材チップは熱処理に伴い材色は 235°C、245°C 処理で茶褐色、275°C 処理で黒褐色となり、視覚的に大きく変化した。熱処理に伴って生じた材色の変化を数値により比較するため、色差計による材色測定結果を第 1 表に示す。無処理チップについては心材、辺



第 3 図 カラマツ材チップ熱処理物の一例
Fig. 3. Examples of heat-treated Japanese larch chips.

第 1 表 カラマツ材チップの熱処理に伴う材色の変化

Table 1. Results of measurement by colorimeter.

	L*	a*	b*
無処理チップ (辺材) Nontreated chips (sapwood)	79.63	1.35	19.38
無処理チップ (心材) Nontreated chips (heartwood)	64.64	7.91	21.58
235°C 処理チップ 235°C treated chips	39.71	7.69	9.23
245°C 処理チップ 245°C treated chips	31.27	4.49	0.33
275°C 処理チップ 275°C treated chips	32.03	3.62	-2.07

材を分けて測定したが、235～275℃処理チップは、目視で早晚材間、辺心材間の判別が困難であったことから分別せずに供試した。色差計による測定では、 b^* 値は処理温度の上昇に伴い数値が低下した。 L^* 値、 a^* 値も処理温度の上昇に伴い数値が低下する傾向が見られた。すなわち、処理温度の上昇に伴い明度、彩度が低下し暗色化が進み、無処理材と比較して重厚感が増すと思われた。

3.4 敷設試験結果

3.4.1 屋外暴露試験

試験開始後約1年間経過時の写真を第4図に示す。



a : 無敷設区
a: Reference



b : 無処理チップ敷設区
b: Nontreated chips



c : 熱処理物敷設区
c: Heat-treated chips

第4図 屋外暴露試験結果
Fig. 4. Outdoor-exposure test.

無敷設区（第4図 a）は雑草が発生し、地面を覆う状態となった。無処理チップ敷設区（第4図 b）では雑草発生の抑制が観察された。一方、材色の灰色への変色および腐食の進行が一部で観察された。木質チップ熱処理物を敷設した区（第4図 c）では、雑草発生、変色、腐食等いずれも観察されなかった。したがって、雑草発生の抑制については、無処理チップでも効果が認められたが、長期の屋外暴露に伴う変色、腐食の抑制に熱処理が効果的であることが示された。3.2 項で言及したように、245～275℃処理ではヘミセルロースの熱分解が進行すること、さらに310℃以上ではセルロースの熱分解に伴い、芳香族等の化学構造変化が進行するという報告例³⁾もあることから、熱分解に伴う諸成分の化学構造変化が腐食抑制の要因の一つと考えられた。

3.4.2 植樹柵での試験

第5図に植樹柵での試験例を示す。無敷設区では雑草発生が観察されたのに対し、敷設区では雑草発生を抑制し、腐食等による変色といった現象はおおむね見られず、木質チップ熱処理物は土壤被覆資材として効果的に機能したと考えられた。



第5図 街路樹植樹柵での試験例

Fig. 5. A test for use of heat-treated wood chips for roadside trees.

3.4.3 植物鉢植での試験

試験例を第6図に示す。木質チップ熱処理物を敷設したものは、雑草が発生せず、屋内であることから変色や飛散も認められなかった。



第6図 鉢植えでの試験例

Fig. 6. A test for use of heat-treated wood chips for plants in a pot.

4 結論

木質チップの熱処理条件を適切に設定することにより、材色は235℃、245℃処理で茶褐色、275℃処理で黒褐色となり、視覚的に大きく変化した。無処理

材と比較し質感が向上し、景観向上に有用な効果が得られると考えられた。

木質チップ熱処理物の敷設試験において、雑草発生、腐食等による変色等の現象はおおむね見られなかった。土壌被覆資材として効果的に機能したと考えられることから、調色効果を利用した材料としてガーデニングや室内外の景観向上を目的とした用途に好適と思われた。

文 献

- 1) 石原茂久：材料 **48**, 473-482 (1999).
- 2) 本間千晶, 佐野弥栄子, 梅原勝雄, 窪田實, 駒澤克己：木材学会誌 **46**, 348-354 (2000).
- 3) 栗山旭：林業試験場研究報告 No.304, 7-76 (1979).
- 4) 澤辺攻：日本木材学会生物劣化シンポジウム要旨集, 京都, 1993, pp.32-35.
- 5) 窪田實, 梅原勝雄, 藤本英人, 平林靖：林産試験場報 **11** (5), 18-22 (1997).

— 利用部 化学加工科 —

— *1：竹内木材工業合資会社 —

— *2：利用部 主任研究員 —

— *3：根室森づくりセンター —

— *4：元 京都大学 —

(原稿受理：07.12.5)