短　報

カラヤマグワの内樹皮と外樹皮間での含有成分の量的差異

石井洋二*,[1]・大原誠資[2]

石井洋二・大原誠資：**カラヤマグワの内樹皮と外樹皮間での含有成分の量的差異　日林誌 86：372～374, 2004**　カラヤマグワの樹皮を内樹皮と外樹皮に分別し，粉末とした後，水分および灰分を測定し，Tappi 法により樹脂分，フェノール-硫酸法により全糖分，水蒸気蒸留法により精油分，並びにバニリン-塩酸法により縮合型タンニン分の定量を行った。水分は外樹皮で6～8%，内樹皮で8～10%，灰分は外樹皮で9～14%，内樹皮で6～19%，樹脂分は外樹皮で7～10%，内樹皮で4～10%，全糖分は外樹皮で4～6%，内樹皮で8～11%，精油分は外樹皮で0.2～0.9%，内樹皮で0.13%前後，縮合型タンニン分は外樹皮で1.0～3.5%，内樹皮で0.3～0.8%であった。内樹皮と外樹皮の間で水分，全糖分，精油分，縮合型タンニン分において，有意な差が認められた。
キーワード：外樹皮，カラヤマグワ，縮合型タンニン，内樹皮

Ishii, Y. and Ohara, S.: **Quantitative Differences of the Components between the Inner Bark and the Outer Bark of *Morus alba* L. J. Jpn. For. Soc. 86: 372～374, 2004**　The bark of 9 *Morus alba* L. trees was separated into the outer bark and the inner bark by hands with the use of a pocket knife. After that, we performed a quantitative analysis of six components: contents of moisture, ashes, resins, total sugar, essential oils, and condensed tannins. The resin contents were measured using the Tappi method. The total sugar analyses were conducted using the phenol-sulfuric acid method. The essential oils were measured using the steam distilling method. Condensed tannins were tested using the vanillin-HCl method. The outer bark contained 6～8% moisture, 9～14% ashes, 7～10% resins, 4～6% total sugars, 0.2～0.9% essential oils, and 1.0～3.5% condensed tannins, while the inner bark contained 8～10% moisture, 6～19% ashes, 4～10% resins, 8～11% total sugars, about 0.13% essential oils, and 0.3～0.8% condensed tannins. As a result, the analyses clearly showed that there was a significant quantitative difference between the outer bark and the inner bark for all components except ashes and resins contents based on a *t*-test.
Key words: condensed tannins, inner bark, *Morus alba* L., outer bark

I. はじめに

樹木の樹皮は材部と比べて多種多様な二次代謝成分を含むことが知られている。中でも，タンニンやテルペン類は多くの高等植物の樹皮に広く分布している有用成分で，古くから皮なめし剤，染料，生薬の成分等として利用されてきた（*8*）。しかしながら一方，通常の樹皮は木質廃棄物として焼却される場合も多く，その有効利用が求められている（*14*）。また，林地に放置されているものも多く，これらは貴重な天然資源の損失であるともいえよう。生物的な定義として，樹皮は表皮，周皮，皮層，一次師部，二次師部から構成され，外樹皮と内樹皮に分けられる（*5*，*12*，*15*，*18*）。周皮は外側からコルク組織，コルク形成層，コルク皮層と形成され，最も内側の周皮のコルク組織から内側の主に生きている樹皮組織を内樹皮（Inner Bark）といい，最も内側の周皮のコルク組織から外側の死滅した樹皮組織を外樹皮（Outer Bark）という（*10*～*12*，*18*）。このような組織の発生過程における細胞レベルでの差異についての報告は多く見受けられる。しかし，広葉樹の内樹皮と外樹皮の含有成分の量的な違いを含めた化学成分組成の違いを詳細に検討したものは，樹皮の樹種差，同一個体内での組織の不均質性および分析法の多様性等の理由により，極めて少ないのが現状である（*5*，*18*）。

現在，福島県内ではカラヤマグワ（*Morus alba* L.）を中心とした遊休桑園が1,961 ha存在する（*2*）。カラヤマグワに関する内樹皮，外樹皮別の化学組成や成分含有量に関する知見はほとんどなく，樹皮にどのような成分がどの程度含まれているかを明らかにすることは，今後，この遊休資源の利活用を図る上でも重要なことである。本研究では，放置されつつあるカラヤマグワ樹皮を外樹皮と内樹皮に分別して各々の含有成分の定量分析を行った。

II. 方　法

福島県北東部の遊休桑園内に植栽されていたカラヤマグワ（*M. alba*）9個体を試料とした。9個体はすべて，ほぼ同一の立地条件下で生育していたものである。各々の樹皮を樹高の3分の1の地上高付近から採取した（*6*）。外樹皮と内樹皮の識別は肉眼でも容易であった（*18*）。採取した樹皮の試料を小型ナイフを用いて，素手で分別した。風乾後，ウィリーミル（小型細粉機）により，60～80メッ

* 連絡・別刷請求先（Corresponding author）　E-mail: ishii_youji_01@pref.fukushima.jp
[1] 福島県林業研究センター（963-0112 郡山市安積町成田字西島坂1）
Fukushima Prefectural Forestry Research Centre, 1 Nishijimasaka, Narita, Asaka, Koriyama 963-0112, Japan.
[2] （独）森林総合研究所（305-8687 つくば市松の里1）
Forestry and Forest Products Research Institute, Independent Administrative Institution, 1 Matsunosato, Tsukuba 305-8687, Japan.
（2004年5月11日受付；2004年9月27日受理）

シュの粒径で選別し（6），各々の樹皮から樹皮粉を調製した。樹皮粉はサンプル管に入れ，デシケーター中，冷暗室で保存した。以下の六つの分析項目について，各々の樹皮粉試料の定量分析を実施した（5，18）。水分はJIS Z 2101に従い，全乾重量法で測定した（9）。灰分は，るつぼを用いて測定した（3）。樹脂分はTappi法のジクロロメタン抽出法で行った（13）。全糖分はフェノール-硫酸法に従って測定し，D-グルコースを用いて作成した検量線から含有量を算出した（16）。精油分は精油定量装置oil trapを用いて水蒸気蒸留法で測定した（4）。ただし精油分の定量は，3個体のみについて行った。縮合型タンニン分の定量は，樹皮粉を70%アセトン水溶液で抽出し，抽出物中の縮合型タンニン量をバニリン-塩酸法で測定することによって行った（1）。なお，縮合型タンニン含有量の算出は，カテキンを用いて作成した検量線に基づいて行った。以上の分析による定量値はすべて，樹皮粉調製時の絶乾量に対する重量（%）として表した。各々の成分含有量について，内樹皮と外樹皮間の有意差を母平均の差のt検定により検定した。

III. 結果・考察

水分は外樹皮で6～8%，内樹皮で8～10%で供試したすべての個体で内樹皮の方が高かった（図-1）。灰分は外樹皮で9～14%，内樹皮で6～19%であり，外樹皮の方が高い個体が多かったが，内樹皮の含有量が外樹皮の約2倍となる個体も存在した（図-2）。樹脂分も外樹皮の方が高い個体が多く，外樹皮で7～10%，内樹皮で4～10%であった（図-3）。全糖分は外樹皮で4～6%，内樹皮で8～11%であり，すべての個体で内樹皮の方が高く，中には内樹皮の含有量が外樹皮の2倍以上の個体も存在した（図-4）。精油分は内樹皮ではすべての個体で0.13%前後の含有量であったが，外樹皮ではすべての個体で内樹皮より高い結果（0.2～0.9%）となった（図-5）。縮合型タンニン分は多くの個体で外樹皮の方が顕著に高い値を示し，外樹皮で1.0～3.5%，内樹皮で0.3～0.8%であった（図-6）。一般

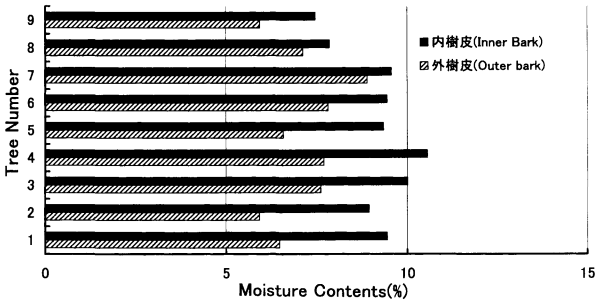

図-1. 内樹皮と外樹皮の水分含有量の差異

Quantitative differences of the moisture contents between the inner bark and the outer bark.

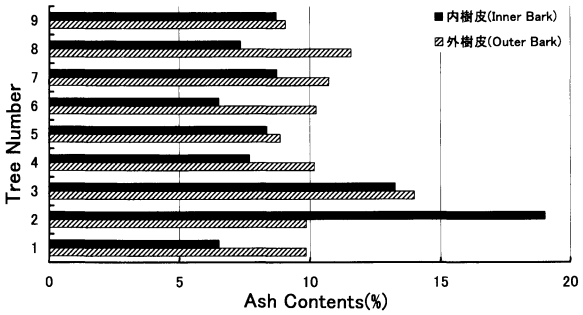

図-2. 内樹皮と外樹皮の灰分含有量の差異

Quantitative differences of the ash contents between the inner bark and the outer bark.

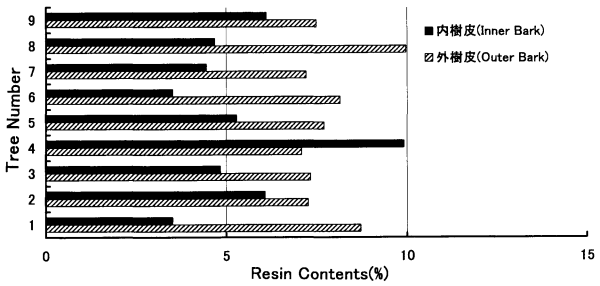

図-3. 内樹皮と外樹皮の樹脂分含有量の差異

Quantitative differences of the resin contents between the inner bark and the outer bark.

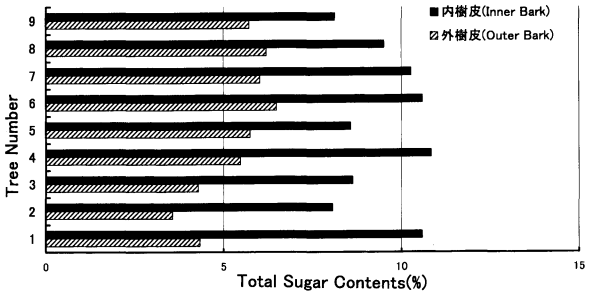

図-4. 内樹皮と外樹皮の全糖分含有量の差異

Quantitative differences of the total sugar contents between the inner bark and the outer bark.

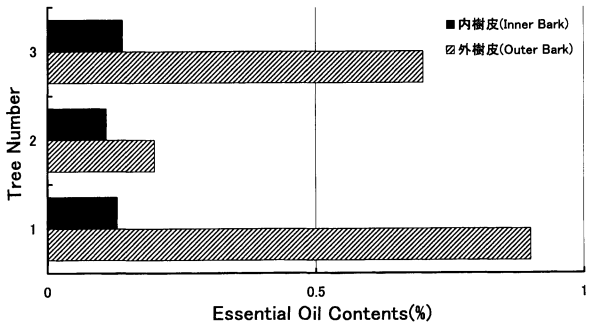

図-5. 内樹皮と外樹皮の精油含有量の差異

Quantitative differences of the essential oil contents between the inner bark and the outer bark.

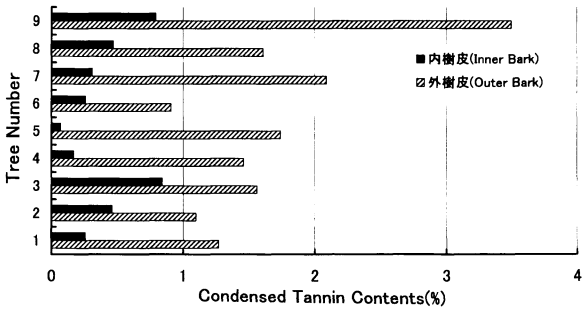

図-6. 内樹皮と外樹皮の縮合形タンニン分含有量の差異

Quantitative differences of the condensed tannin contents between the inner bark and the outer bark.

に広葉樹の樹皮は，針葉樹樹皮と比べて樹種によるタンニン含有量の違いが大きい。樹皮タンニン量の多い広葉樹の樹種としてはモリシマアカシア（30.7%），アカシアマンギウム（19.8%），エゾヤナギ（17.2%），エゾノキヌヤナギ（13.7%）などがある（*7*）。それらと比較すると，今回供試木として用いたカラヤマグワの樹皮のタンニン含有量は非常に少ないことが判明した。

母平均の差の t 検定の結果，内樹皮と外樹皮の間には，樹脂分と灰分の分析を除いて，水分，全糖分，縮合型タンニン分，精油分の四つの分析項目において明らかな有意差が認められた（$p<0.05$）。水分，全糖量では内樹皮が外樹皮を上回り，縮合型タンニン分，精油分では外樹皮が内樹皮を上回った。樹脂分と灰分では供試木により，内樹皮の方が多いもの，外樹皮の方が多いものに分かれた。水分については，新しい周皮が形成されるたびに，そのコルク組織の外側の樹皮組織は水分の供給を断たれて死滅していく様相を呈していることから（*12*），外樹皮では内樹皮と比較して低かったと推察される。全糖分については，デンプンの転流ないし貯蔵の場である師部柔細胞を含む師部を構成要素の中心とする内樹皮（*12*）が外樹皮よりも高かったと推察される。精油および縮合型タンニン分に関しては，外樹皮の方が高い含有量を示した。タンニンは，病原菌，微生物，昆虫などの外敵から樹体を生理的に防御する機能を果たしていることが指摘されており（*17*），生体防御の必要性が高い外側の樹皮組織に多く存在すると考えられる。また，内樹皮中に含まれる低分子量のポリフェノール成分が種々の生化学反応によって重合し，それらが高分子量のタンニン成分として外樹皮中に蓄積した可能性も考えられる。

以上のように本研究では，内樹皮と外樹皮が細胞レベルでの形態等の生物的構造のみならず，ある特定の化学成分の含有量にも明らかな違いがあることを明らかにした。

本研究は，国庫課題「野生獣類による被害防除のための適正な個体群管理と生息環境整備技術に関する基礎調査（平成12年度～14年度）」の中のニホンザルによる桑樹の樹皮剝ぎ被害調査の一環として行われた。

引用文献

(*1*) Broadhurst, R.B. and Jones, W.T. (1978) Analysis of condensed tannins using acidified Vanillin. J. Sci. Food Agric. 29 : 788-794.

(*2*) 福島県農林水産部（2002）福島の蚕糸. 27pp, 福島県, 福島.

(*3*) 黒田健一（2000）主成分分析.（木質科学実験マニュアル. 日本木材学会編, 280 pp, 文永堂, 東京）. 92-93.

(*4*) 南　享二（1965）精油.（林産化学実験書. 東京大学農学部林産化学教室編, 298 pp, 産業出版, 東京）. 161-169.

(*5*) 中野準三（1983）木材の組成.（木材の化学. 中野準三・樋口隆昌・住本昌之・石津　敦編, 428 pp, ユニ出版, 東京）. 1-19.

(*6*) 中野準三（1965）木材分析法.（林産化学実験書. 東京大学農学部林産化学教室編, 298 pp, 産業出版, 東京）. 91-110.

(*7*) 大原誠資（2000）樹皮タンニンの機能解明と用途開発.（平成12年度研究成果選集. 森林総合研究所編, 43 pp, 森林総合研究所, 茨城）. 16-17.

(*8*) 大原誠資（2000）タンニン類の利用.（ウッドケミカルスの最新技術. 飯塚堯介編, 309 pp, シーエムシー, 東京）. 212-226.

(*9*) 林業試験場監修（1982）木材工業ハンドブック（改訂3版）. 1099 pp, 丸善, 東京.

(*10*) 佐伯　浩（1982）走査電子顕微鏡図説・木材の構造. 218 pp, 日本林業技術協会, 東京.

(*11*) 重松頼生（1985）樹皮の細胞.（木材の構造. 原田　浩・佐伯浩編, 276 pp, 文永堂, 東京）. 207-216.

(*12*) 島地　謙（1978）樹皮.（樹木—形態と機能—. 佐藤大七郎・堤　利夫編, 309 pp, 文永堂, 東京）. 101-109.

(*13*) TAPPI Standards Administrator (1976) Alcohol-benzene and dichloromethane solubles in wood and pulp. TAPPI Standards : T204os-76.

(*14*) 戸崎真理雄（2003）廃棄物—木質廃棄物.（バイオマスハンドブック. 日本エネルギー学会編, 422 pp, オーム社, 東京）. 59-63.

(*15*) 渡辺治人（1978）木材理学総論. 640 pp, 農林出版, 東京.

(*16*) 渡辺隆司（2000）構成糖の分析と定量.（木質科学実験マニュアル. 日本木材学会編, 272 pp, 文永堂, 東京）. 104-108.

(*17*) 横田信三・光永　徹（2003）生体防御.（木質の形成　バイオマス科学への招待. 福島和彦・船田　良・杉山淳司・高部圭司・梅澤俊明・山本浩之編, 382 pp, 海青社, 大津）. 307-310.

(*18*) 善本知孝・佐藤　惺（1992）樹皮利用と化学成分.（木材利用の化学　—付. 抽出成分・pH一覧表—. 今村博之・岡本一・後藤輝男・安江保民・横田徳郎・善本知孝編, 422 pp, 共立出版, 東京）. 189-200.