



Title	「内容」編 第2章 材料加工技術
Author(s)	福田, 英昭
Citation	技術科教育総論: 117-121
Issue Date	2005-04
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/1758
Rights	

2. 材料加工技術

2.1 木材

2.1.1 木材の特長と役割

木材は樹木が生産した生物材料である。主として樹木の幹部分のうち、木部と呼ばれる形成層の内側を利用対象とするが、外側の樹皮や光合成物質の輸送を行う篩部の利用は、コウゾ、ミツマタなどを原料とする和紙の製造など、一部に限られている。木部は、中空の細長い繊維細胞が樹幹の軸方向に配列するセル構造体で、その細胞壁は繊維強化プラスチックによく似た複雑で精緻な構造に発達している。その微妙にゆらいだ美しい木目と材色や香りは、自然な感じを人間に与え、適度にやわらかく、多孔質で空気を多く含んだ材質は、安全で安心感を与え、暖かみのある触感を生み出している。古来、建築部材をはじめ、家具材料や工芸材料として木材が広く利用されてきたのは、人間の感性と調和する生活材料として欠かせないそれらの特性によるところが大きい。

また、木材は加工性に優れ、軽い割には大きな突川強度を持っていること、高い断熱性を持ち、湿気を吸収・排出して結露が生じにくいといった特長を持っている。その一方、燃えやすいこと、虫や菌に侵されやすいこと、水分により膨張・収縮して変形しやすいこと、均一なものを大量に縮めることの困難さなどが欠点としてあげられる。逆に、燃えやすいことは廃棄処理やサーマルリサイクル（燃料利用）という点で、虫や菌の侵入は、培養資材、コンポストとしての利用という点で大きな利点でもある。木材の諸性質は、多孔質であること、不均質さと多様性を持つこと、異方性材料であること、多糖類を主成分とする生物材料であることが複雑に関係しており、長所や短所といった分類ではなく、各性質、特徴を関連させて理解する必要がある。

最近では、木材の特性を残しつつ、用途に応じてその性能をより柔軟に設計することのできる木質材料の開発が積極的に展開されている。木質材料は、木材または細分化した構成要素を原料とし、これに何らかの機械的・化学的処理を施し、木材本来の特性、またはその一部を保持させつつ、目的に合うように材質を改良したものである。たとえば、木材の繊維方向は、力学的性質に優れ、寸法安定性も良い。そのため木質材料の設計においては、原料を繊維方向の同一方向に配向させた場合には、木材の繊維方向の優れた性質が維持された異方性材料になり、繊維方向を直交またはランダムに配列した場合には、等方性に近い材料になる。集成材やLVL（単板積層材）が前者の例であり、合板、パーティクルボード（削片板）やファイバーボード（繊維板）が後者の例である。これらの木質材料は、目的に応じた寸法の製品を生産することが可能で、原木からは得られないような大型の部材も生産できる他、節などの材料の欠点を除くことで、信頼性の高い工業材料としての用途を拡大させている。最近では、環境問題、資源の有効利用の観点から、間伐材をはじめ、端材、背板、樹皮などの未利用の廃材を原料として利用しようとする試みが進められている。

また、木材の空隙部分にプラスチックを注入して膨張・収縮が生じないようにする複合法や、化学薬品との反応を利用することによって性質そのものを変化させる化学修飾法などもあり、それぞれの使用目的に応じて、使用環境に適合した改良ができるようになってきている。木質材料は耐水性や寸法安定性、耐朽性などの本来の木材にない諸性質が付与され、さらなる用途拡大が期待されている一方、再利用や廃棄分解性などの新たな課題を抱えている。未利用のバイオマス資源の活

用や、生産から廃棄に至るすべての過程において環境負荷の少ない技術開発は、木材資源の持続的利用に向けた大きな課題である。

2.1.2 技術教育における木材加工教育の意義

木材加工における手工的な労作活動は、知性、情操、技術の調和した人間の全面的発達に役立つものと位置づけられており、シュタイナー、ペスタロッチ、ケルシェンシュタイナーらの多くの教育学者によって、その教育的意義が認められている。我が国の木材加工教育は、近代教育史の中でも比較的初期から普通教育として設定されている学習領域の1つである。明治19年に手工教育が発足したが、木材加工教育はその当初から組み込まれ、戦後の職業科、現在の技術・家庭科にまで引き継がれてきた。

木材加工学習の原点は19世紀の北欧にあるとされているが、社会の高度技術化が進んだ現在もアメリカ合衆国やイギリスなどの先進国をはじめ、多くの国々で木材加工教育が実施されており、木材加工教育は普通教育の中で欠かせない学習領域の1つとして認められている。これは、手や身体を使った体験的学習によって、視覚、聴覚、触覚あるいは巧緻性などの感覚的能力、創造力や課題解決力、さらには自然や材料に対する感性など、日常生活や職業生活において非常に重要な役割を果たすと考えられる普遍的能力が養われ、豊かな人間性を育む教育の基本的要素を多く含んでいるためである。

また、木材加工が技術教育における加工材料として現在まで利用されてきたのは、以下のような教育用の材料としての優位性による。

- (1)丸太原木、または1次材料としての板材や角材から製作に取り組みするという、製作工程における総合性と、使用する工具・機械や接合法・塗装法などに多様性がある。
- ②強度の割に軽く、加工が容易で、製作品に使用目的に合った機能をもたせやすい。
- ③認知的、身体的発達段階に応じた作業、加工動作を含んだ学習活動の計画が容易である。

(4)生徒の製作品でも実用強度を持たせることができ、製作後に生活の中で使用し、実用価値を得ることができる。

(5)加工の難易度の広がりが大きく、製作者の要望と能力に合わせた製作が可能であるため、達成感が得られやすいという教育効果がある。

(6)木材加工技術の知識、技能の応用性や転性、さらに汎用性に優れている。

(7)環境問題を学習する教材として適している

(8)材料、工具が比較的安価で、入手が容易である。

2.1.3 木材加工教育の適時性

子どもの認識・身体機能の発達・変化と、活動や興味には深い関連があるが、構想したものを形にしやすく、加工が比較的容易な木材を製作材料とする木材加工では、それぞれの発達段階に応じて学習活動を設計することが可能である。

その適時性を年齢によって追ってみると、肺活量などの循環機能や筋力が急増する10歳前後には、全身を動かす遊びに一層関心が高まり、技術の習熟に意欲的となる¹⁾。したがって、この時期には、釘打ちやのこぎりびきなどの基本加工動作を中心とした学習が適している。

12～13歳頃になると、知的概念の形成が進み、循環機能や筋力の発達が著しく、持久力が増してくる。この時期は工夫・創造を要するものに興味関心が移り、構成衝動・作業衝動が高まり、合目的な作業を喜ぶようになる。また、空間認知が包括的にできるようになり、筋力がさらに増して、制御能力が高まるこの時期には、設計や製図の学習能力が高まると同時に、加える力を同時に異なる方向に出すようなねじり動作（きりの穴あけ、木ねじ締めなど）や、道具が空間を複雑に移動する動作（力の調整を要する釘打ち、のみ加工など）を無理なく学習できる年齢となる。

さらに抽象的な思考の力が高まり、諸器官、諸能力が完成に近づく青年期中期から後期にかけては、計画的な行動や合理的で、合法的な行為が

可能となり、安全性や危険回避に対しての配慮をしつつ、より難易度の高い課題に対応できるようになる。また、機構や原理についての理解が容易となり、使用場面や用途に応じた製品の設計能力も向上する。

いずれの発達段階にあっても、木材加工はその難易度を容易に調整・選択することが可能で、身体発達に応じて構想から製作・評価に至るすべての工程を体験させることができる。

2.1.4 木材加工教育の効果

技術の学習は、技術と人間、社会、産業、職業との関係についての理解から、自分自身の諸特性と進路への関心を深める啓発的経験、人間の価値、世界観の形成に関連して、社会的実践へと連続していくものである²⁾。その一端を担う木材加工教育もまた学校での課題解決力を実社会に適用していくためのさまざまな経験を与え、諸能力の育成に効果を発揮する。木材加工教育の効果については、次の5項目にまとめることができる。

<人、社会、環境と技術の相互関係理解>

- ・森林資源の保全と有効活用、省エネルギー、省資源に対しての理解が深まる。
- ・人間、技術、生活、社会、産業、職業およびそれらの相互関係についての関心が高まる。
- ・価値観、倫理観、職業観、勤労観の形成に寄与する。

<工学的設計の理解、創造的方法の習得>

- ・使用目的や使用条件に即して、製作品の構想を具体化し、それを図として表示し、伝達する能力が向上する。
- ・製作図の製図学習により、製作品の立体的認識能力、立体を平面に表現する能力、立体空間の認識能力が高まる。
- ・身の回りにある生活用品の形状、構造、機能、材料について定量的な認識力が向上する。
- ・生活で使用する材料、製品の実用強度、安全性についての判断力が高まる。

<創造的、自主的、合目的な実行力の向上>

- ・設計図や工程表に従うこと、製作に必要な材料

の計算や製作のための準備によって具体的、合理的、段階的、計画的な実行力が向上する。

- ・思考と手指・全身の動きとの協調を促し、巧緻性と工具・機械の基本的理解と操作能力が養われる。

<課題解決力、意志決定力、判断力などの向上>

- ・学習の過程が形として表れることで、学習の達成感、成就感が得られる。
- ・課題場面に応じて知識を選択し、適用する判断力や意志決定力が向上する。

<安全で衛生的な行動力と態度の形成>

- ・木工機械、工具、治具などの保守・点検・整備、および清掃や整理整頓などの日常的作業によって、合理的かつ安全な作業の実行力が高まる。
- ・生活を安全かつ衛生的に、快適に過ごすための主体性や自己管理、危険回避などに対する能力や態度が養われる。

2.1.5 木材加工教育の内容

a 学習指導要領との関わり

中学校技術・家庭科の学習指導要領をもとにして、木材加工教育で理解させる内容を工具と機械を中心に示すと次のようになる。これらに関連する専門的知識と技能は、それぞれの学習段階に合わせて、理解する内容と補完しあいながら習得させることが求められる。

- ①材料取りの段階では、さしがね、直角定規、鋼尺などのけがき用具の使用法、効率の良い材料取りの方法、切断に用いる両刃のこぎり、糸のこ盤、丸のこ盤などの使用法を理解すること。
- ②部品加工の段階では、平かんなと自動かんな盤による切削を理解すること。
- ③接合部の加工の段階では、のみと角のみ盤による、ほぞとほぞ穴の加工を理解すること。
- ④穴あけ加工の段階では、卓上ボール盤や糸のこ盤の加工を理解すること。
- ⑤部品の検査の段階では、さしがねや直角定規による検査方法を理解すること。
- ⑥組立ての段階では、くぎ接合、木ねじ接

合、きり、接着剤の使用方法を理解すること。

⑦塗装の段階では、塗料の種類と塗装方法を理解すること。

b 環境との関わり

我が国の森林は国土の約66%を占め、世界でも有数の森林国である。その森林は、戦後、スギやヒノキなどの大規模な植林が行われたため、現在では森林面積の約40%が人工林で占められている。しかし、1960年に木材の輸入が自由化され、その後、国内の林業は安い輸入材に太刀打ちできなくなり、当時約87%だった木材自給率は、2000年には約18%にまで減少している。人工林は、下草刈り、除伐、間伐、枝打ちなどの手入れが必要であるが、国産材の需要が低迷しているため、間伐が行われず、成長していない細い樹木が密なままで放置された状態になった。このような状況は、木材資源を有効に利用できないばかりでなく、大雨による土砂崩れなどの風災害、病害虫に弱い山林を生み出している。このような状況にあって、我が国は現在も世界最大の木材輸入国であり、木材の世界貿易の約2割を占めており、数多くの国々から木材を輸入している。これは海外の森林減少に関係しているばかりでなく、自国の森林の機能低下をもまねいており、国産材の需要拡大などが求められている。

c 歴史、文化との関わり

我が国の歴史の各段階において、木材は古代から独自の文化形成に大きな役割を果たしてきた。日本人は、古代から生活の中で木の文化を育ててきた。鳥取市で発掘されたスギの丸木舟は縄文時代のものであり、また、静岡市の登呂遺跡では、弥生時代にスギを年輪に沿って削り、板状に加工したものが多数発掘されている。その後の例でも、ヒノキは建築部材、クスノキは舟、農具にはアカガシ、櫛にはツゲというように、適材を適所に使い分けていたものが見られる。また、日本における大工道具の変遷をみた場合、古代からの製材法は、木目にしたがって斧やのみで打ち割り、ちょうなや槍がんなで表面を仕上げて柱や板を作って

いたが、室町時代に縦挽きのこぎりとしての大鋸（おが）と、台鉋を開発したことにより、加工精度が上がり、歴史に残る木造建築が創出されたと言われている。しかし、横挽きのこぎりは、室町時代以後出現したとされている。それは室町時代以前には、木目の通った理想的な良材が多くあったためでもある。このような道具の変化は、当時の森林資源の問題について理解する題材に発展させることもできる。

d 資源・エネルギーとの関わり

木材は、樹木、森林として地球生態系の中で二酸化炭素の固定、酸素の供給、水資源の確保、土壌および海洋資源の保全などの公益性の高い重要な役割を担った後に、人間の生活のための必須資源として役立っている。木材は、金属やプラスチック材料に比べると、加工に要するエネルギーとその際に放出される二酸化炭素量が極端に少ないだけでなく、製品化された後も樹木が吸収・固定した二酸化炭素を引き続き貯蔵し続ける。たとえば、木造の住宅における二酸化炭素（炭素換算）の貯留量をみると、年間360万トン、また累計で1億5千万トンという試算がなされているが、これを「第2の森林」と呼ぶことがある。木材は、生産、利用、再利用、廃棄のライフサイクルにおいて、他材料に比べて無公害かつ省エネルギーのエコマテリアル（環境調和材料）であることは、木材の持続的利用を進める上で社会の理解を得たい事実の1つである。

2.1.6 これからの木材加工教育

教材に適する木材として、これまでスギやラワンが多用されてきた。切削が容易である理由でカツラやセンも使用され、さらに木目の通直さや材面の美しさの要求からヒノキやスプルースが使用されることも多い。しかしながら、我が国で戦後植林された国産材が伐採期を迎えた現在にあっては、地域産材、とくにスギやヒノキの利用を積極的に図ると同時に、地域の林業、木材生産技術について学習を展開することも重要であろう。未利用資源としての小径の間伐材を活用して、ベン立

てなどの小物から、ベンチやツールなどの比較的大型の製品を製作する学習も各地で実践が進められている。地産地消は環境問題の重要なキーワードの一つであるが、各地域の木材を学校で有効活用することが望まれる。

2.2 金属

2.2.1 科学技術社会における金属の役割

われわれの身の回りにある工業製品の多くは機械産業の恩恵を受けている。それらの製品は、金属材料を含む木材やプラスチックなどの材料などから生産されている。機械産業の特徴は、大量の材料から大型の機械を使用して安価な製品を市場に提供できることである。また、人間にはできない精度の高い平面加工や大型の建築材料まで生産することができる。これらの産業を支えている金属材料は、塑性、弾性、伝導性、溶解性などの特有の性質があり、新素材の材料にもなり得ることから、将来も期待される重要な材料である。

また、産業の発達した現在でも、日本のさまざまな地域には、伝統的な産業や伝統工芸による金属加工技術が残っている。それらの中には、製品の精度や便利さを求めるもののみではなく、希少性や美術的付加価値を持つものも多い。これらの加工技術について学習することは、金属材料を手で加工するという意義だけでなく、創造性を育成するという観点や産業技術の伝承という観点からも有益なことである。

2.2.2 技術教育における金属加工教育の意味

金属材料は長い人類の歴史の中で、さまざまな利用のされ方をしてきており、生活に密接した材料である。人類が金属を得て、加工する技術を開発することにより、生活の質と利便性は飛躍的に高くなった。この金属に関する学習は、これまで金属加工によって支えられてきた産業技術についての知識や、ものづくりに対する興味・関心をもたせるために極めて有効である。

また、金属材料の加工方法には、折り曲げや熱処理など金属材料特有の方法があり、材料加工に

関する知識や技能を学ぶ上でも大きな意味を持つ。また、金属材料を用いた加工は、高い巧緻性が求められ、加工法についての知識や技能だけでなく、細かい作業に取り組む姿勢や丁寧に仕上げの態度の育成に適している。

さらに、金属材料はリサイクル利用が容易にできる材料でもある。これからの技術教育は省資源や省エネルギー、環境保全に取り組む態度の育成も求められていることから、金属材料を用いた学習は、リサイクル利用をはじめとしたこれらの学習に適している。

このような特徴を備えた金属材料を用いた学習は創造性や計画的な思考力、合理的な行動力、巧緻性などを育成すると共に、科学技術に対して親しみや興味を持たせるという観点から、有効な加工学習である。

それらの内容を効果的に学習するためには、

- ・金属材料の特徴や性質を理解し、目的にあった製品を設計する能力の育成
 - ・金属加工に用いる工具・工作機械の仕組みや使用方法を理解し、正確な加工を行う能力の育成
 - ・環境や金属資源に対する理解を深め、環境保全や省資源への実践的な態度の育成
- という学習目標が考えられる。

この目標を達成するには、金属加工についての教育課程や学習内容、学習指導法などの十分な検討を行う必要がある。

2.2.3 金属加工教育の内容

a 材料

金属加工教育に適する金属材料は、大別して鉄鋼と非鉄金属に分類することができる。

鉄鋼は、鉄に炭素を加えた炭素鋼や、鉄にその他の元素（Mn, Cr, Ni, Moなど）を加えた合金鋼、特殊鋼などがある。これらの鉄鋼は、炭素などの合金元素の種類や含有量などによって性質が異なるため、その使用目的に応じて材料を選ぶことになる。炭素鋼においての主な用途として、極軟鋼はブリキ板（すずめっき鋼板）やトタン板（亜鉛めっき鋼板）、軟鋼は一般構造材料、硬鋼はレー