

平成8年度演習林年報

<https://doi.org/10.15017/18590>

出版情報：年報（九州大学農学部演習林年報）．1996，1998-03-26．九州大学農学部附属演習林
バージョン：
権利関係：

木材の基礎的な性質への間伐の影響

森林利用研究部門 古賀 信也

はじめに

21世紀も間近となりましたが、われわれ人類は難しい問題に直面しています。世界人口の急増に耐える資源、エネルギー、食料を確保しながら、一方で地球温暖化や酸性雨などの地球環境問題に対処し、地球環境の保全に努めていかなければなりません。このような中で、21世紀の資源として木質資源が見直されはじめています。木質資源は、石油・石炭などの化石資源とは異なり再生産可能で、しかもその育成段階では森林として環境保全機能を十分に発揮することができるというのが理由です。今後、世界的に木質資源への需要増が見込まれることから、木質資源を環境保全的かつ効率的に生産し、効率的に利用するシステムを創りあげることが大きな課題であるといえます。

ところで、木材を工業材料（工芸材料としてではない）として効率的な利用を図るうえで、なにが大きな障壁となっているのでしょうか？ まず最終用途との適合性の問題があると思われます。用途に適合する木材を生産してはじめて効率的な利用が可能となるのはいうまでもありません。つねに使う側から生産現場へ品質（材質）情報をフィードバックさせるシステムが必要となりますが、現在の木材の生産システムでは十分機能していないように思えます。つぎに問題となるのは木材のもつさまざまな性質のバラツキにあるようです。樹種間、産地間、個体間、個体内、さらには1年輪内においてさえも木材は大きなバラツキを生じます。このことは木材が生物である樹木から形成されたものであることを考えればしかたのないことですが、このバラツキをなんとかしなければ、他材料との競合のなか、21世紀の材料としての地位を確保することは難しいようです。

このようなことから筆者は、今後有用な材質指標であると考えられる年輪幅、容積密度数、仮道管長などの基礎的な木材性質をとりあげ、これらの指標への遺伝的要因、生育環境、保育方法などがおよぼす影響を明らかにし、材質のバラツキを制御することを課題に研究をすすめているところです。

ここでは、北海道の代表的な造林樹種であるカラマツを対象に、間伐が肥大成長や容積密度数、仮道管長、年輪構造など材の基礎的な性質へおよぼす影響についておこなった研究の一部を紹介したいと思います。なお、本文の内容の詳細をにつきましては文末の筆者らの文献を参考にしてください。

間伐について

間伐とは、林分が閉鎖してから伐期に達するまでの間に、林木の成長をコントロールしたり、林地の健全性や地力の維持などを目的に立木密度を調節する作業のことをいいます。これまでは、おもに間伐と林分成長量や総収穫量との関係、あるいは林木の成長、材積、樹形との関係について多くの研究がなされてきました。しかし、残念ながら間伐と木材の基礎的な性質との関わりについては、あまり研究がなされてこなかったようです。間伐すると個体間の光・土壌水分等に対する競争が緩和され、樹冠量の増加をつうじて林木の成長、とくに肥大成長がよくなることは知られていることですが、それらの変化が形成層の活動、さらには形成された木部に影響を与えることは十分に予測されることです。海外では、数種の針葉樹を対象に、間伐が材の基礎的な性質へおよぼす影響について研究した例がいくつか報告されています。しかし、間伐前の林分の状態、間伐の強度、間伐時の林齢、樹種などによって、さらには同一樹種であっても、その結果が異なるようです。どうやら、間伐と材の性質との関係は複雑なようです。

研究対象地

北海道東部に位置する九州大学北海道演習林には、現在約1000haのカラマツ人工林があります。1950年から造林がはじめられ、最も古い林分で48年生になります。1984年9月に林産学科木材理学講座の堤壽一先生（現九大名誉教授）により、「カラマツ材質試験林」と称する試験地が林内に数ヶ所設定されました。この試験地は、強度の間伐区と弱度（あるいは無間伐区）を設定し、その比較検討により間伐の影響を探ろうというもので、本研究はこの試験地を用いておこなわれたものです。試験地および試験木の概要は表1に示すとおりです。

表1 試験地および試験木の概要

| | Stand A | | | Stand B | | | Stand C | | |
|--------------------------------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|
| | Plot 1 | Plot 2 | Plot 3 | Plot 1 | Plot 2 | Plot 3 | Plot 1 | Plot 2 | Plot 3 |
| Thinning intensities | HT | HT | LT | HT | HT | LT | HT | HT | UT |
| Plant years (years) | 1969 | 1969 | 1969 | 1958 | 1958 | 1958 | 1954 | 1954 | 1954 |
| Initial Stockings (stems/ha) | 1,924 | 1,924 | 1,924 | 3,009 | 3,009 | 3,009 | 1,977 | 1,977 | 1,977 |
| Tree ages at thinnings (years) | 15 | 15 | 15 | 26 | 26 | 26 | 30 | 30 | 30 |
| Tree ages at harvests (years) | 23 | 23 | 23 | 34 | 34 | 34 | 38 | 38 | 38 |
| SBT (stems/ha) | 1,750 | 1,750 | 1,650 | 1,350 | 1,350 | 1,350 | 300 | 600 | 600 |
| SAT (stems/ha) | 150 | 300 | 1,000 | 300 | 150 | 1,000 | 150 | 300 | 600 |
| Sample nos. | 1HT | 2HT | 3LT | 4HT | 5HT | 6LT | 7HT | 8HT | 9UT |
| [Before thinnings] | | | | | | | | | |
| Heights (m) | 14.0 | 13.0 | 14.0 | 13.0 | 13.0 | 12.0 | 23.0 | 20.0 | 22.0 |
| DBHs (cm) | 14.2 | 15.8 | 11.5 | 18.2 | 14.2 | 13.0 | 24.0 | 21.0 | 21.0 |
| [After thinnings] | | | | | | | | | |
| Heights (m) | 19.0 | 20.0 | 19.5 | 16.0 | 15.5 | 16.0 | 23.0 | 20.5 | 23.0 |
| DBHs (cm) | 19.9 | 23.7 | 15.2 | 19.9 | 18.5 | 17.2 | 26.8 | 23.1 | 23.5 |

HT: Heavily thinned, LT: Lightly thinned, UT: Unthinned, SBT: Stockings before thinning treatments, SAT: Stockings after thinning treatments.

肥大成長(年輪幅)への影響

さきにも述べたように、間伐すると林木の成長、とくに肥大成長がよくなることは一般的に知られていることです。強度の間伐区からの試験木と無間伐区からの試験木の樹幹横断面写真（胸高部位）と、図1に間伐前後の年輪幅の変動を示します。ご覧のように、間伐が肥大成長へおよぼす影響は明らかに認められます。また、間伐後の材積成長量についても、間伐区と無間伐区とに明らかな違いが認められ、間伐区からの試験木の材積成長量が無間伐区からの試験木のそれを上回っていました。

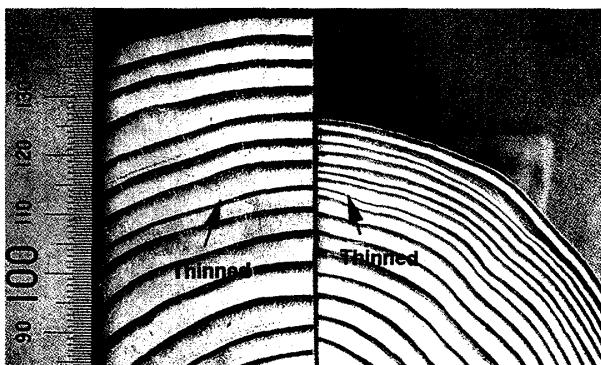


写真 年輪幅への間伐の影響
(右:無間伐区;左:強度の間伐区)

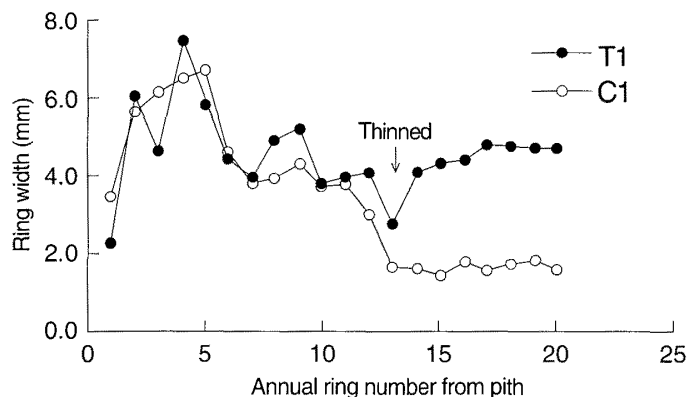


図1 年輪幅への間伐の影響
T1:強度の間伐区からのサンプル
C1:無間伐区からのサンプル

容積密度数への影響

容積密度数は、単位容積の生材に含まれる木材実質の重さをあらわし、材の強度、収縮率、かたさ、パルプ取量と密接な関係にあることから、最も重要な材質指標の一つであるとされています。

ところで、わが国では間伐と材の密度との関係は、年輪幅と材の密度との関係をもとに次のように考えられています。年輪幅と材の密度とは負の相関関係があり、年輪幅が広がる、すなわち成長がよくなるにつれ材の密度は低下する。したがって、間伐によって成長を促進すれば、材の密度は減少するであろう。ここで、今回の研究で得られた結果を図2に示します。図から明らかのように、容積密度数への著しい影響は認められません。従来の考え方とは異なる結果となりました。この研究と同じ結果は、ダグラスファー、ラジアータパインなどの研究でいくつか報告されています。なぜ、このような結果になったのでしょうか？ さらにここで、容積密度数と密接な正の相関関係にある晩材率についてみてみます。晩材率は年輪幅にたいする晩材幅の割合をあらわします。図3に強度の間伐区からの試験木の結果を示すように、間伐後、早材幅も晩材幅も増加していますが、晩材幅はより著しい増加を示しています。どうやら、間伐によって、年輪幅は広がりますが、早材幅、晩材幅ともに増加することによって晩材率は低下せず、さらに晩材率と正の相関関係にある容積密度数は低下しなかったと考えられます。間伐後に晩材幅も増加したことについては、今後、木部形成における晩材細胞の形成経過、樹木内の生理的状況の変化などさまざまな角度から検討する必要がありますが、結論としては、カラマツの場合、間伐後に形成された材の密度は著しい影響をうけないということがいえそうです。

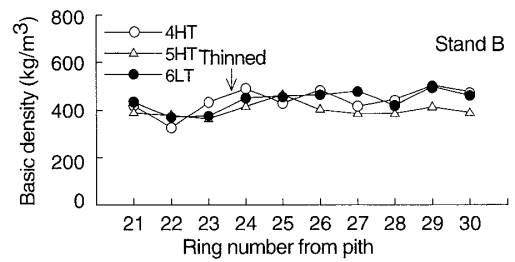


図2 間伐の容積密度への影響
4HT, 5HT: 強度の間伐区からのサンプル
6LT: 弱度の間伐区からのサンプル

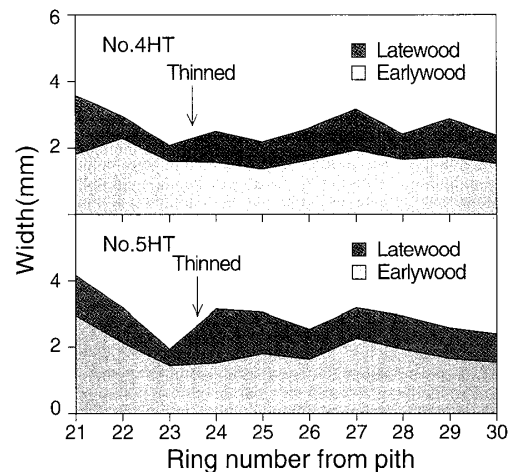


図3 間伐の晩材率への影響

年輪構造への影響

さきにのべたように、間伐は容積密度数や晩材率に明らかな影響をおよぼさないことがわかりましたが、間伐区からの試験木を追加し、間伐前後に形成された年輪を光学顕微鏡レベルで観察してみました(図4)。間伐前に比べ、放射方向の仮道管直径は早材・晩材ともに増加し、仮道管の壁厚は早材では増加し、晩材では減少しています。壁率は早材では変化なく、晩材では減少しています。さらに、仮道管直径、壁厚、壁率の早材から晩材への年輪内推移は間伐前後で明らかに異なります。しかし、年輪全体の壁率を求めたところ、間伐前後で大差なく間伐は年

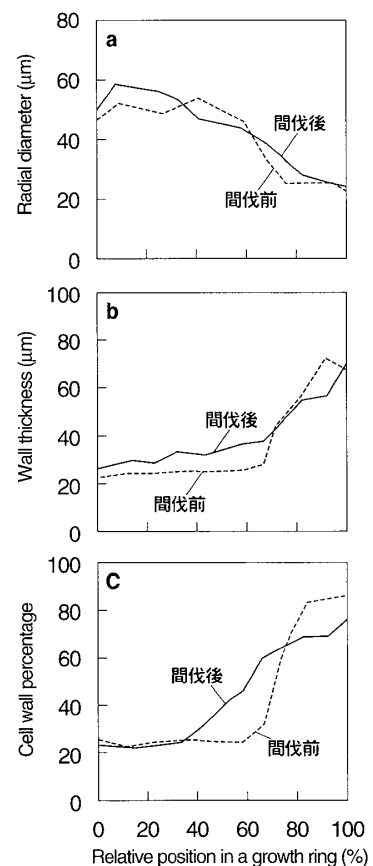


図4 間伐前後の年輪内における仮道管の放射径、壁厚、壁率の推移

研究紹介

輪全体の壁率には影響をおよぼさないことがわかりました。壁率は材の密度と密接な正の関係があることから、この結果においても、間伐は材の密度に影響をおよぼさないということがいえそうです。なお、間伐後、早材幅、晩材幅ともに増加しますが、晩材幅の増加は、ノンフラットな晩材細胞(図5)の著しい増加に起因していることも本研究で明らかになりました。

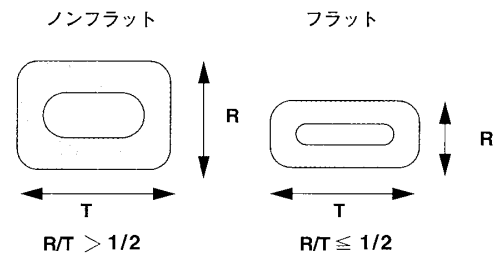


図5 フラットな晩材細胞と
ノンフラットな晩材細胞の横断面

仮道管長への影響

仮道管は針葉樹材の構成要素の90%以上を占める最も主要な細胞です。樹木として生育している時には、仮道管は根から葉へ水分などを送る通導作用と樹体の支持作用を担っており、早材仮道管が前者、晩材仮道管が後者の役割を主に果たしています。仮道管の長さは、紙の品質指標あるいは未成熟材の区分指標として、さらには材の物理的性質や強度的性質の指標である仮道管二次壁中層のマイクロフィブリル傾角と関係することから、重要な材質指標の一つとされています。仮道管の長さは、髄付近で最も短く(カラマツの場合:約1mm程度)、髄から樹皮側に向かうにしたがって増加し、髄から10~15年輪に達するとほぼ安定した長さ(カラマツの場合:約3.5mm)となります。本研究では、仮道管長が安定した部位を対象に、間伐の仮道管長への影響について調べてみました(図6)。弱度の間伐では、間伐の前後で仮道管長に大差が認められませんが、強度区からの試験木では、処理後に仮道管長は短くなり、統計的にも前後の仮道管長に有意な差($P < 0.05$)が認められました。処理から3~5年後に処理前の長さまで回復しているようです。仮道管長が短くなった原因としては、成長が促進されたことにより形成層の始原細胞が十分伸長できなかつたために、短くなったとも考えられますが、一概にこれだけでは説明できない点もあり、今後解明すべき課題です。また、間伐が仮道管長に影響をおよぼすことが明らかになりましたが、そのことが実際に使われる場面でどの程度影響をおよぼすのかを今後明らかにしていかなければならないと考えています。

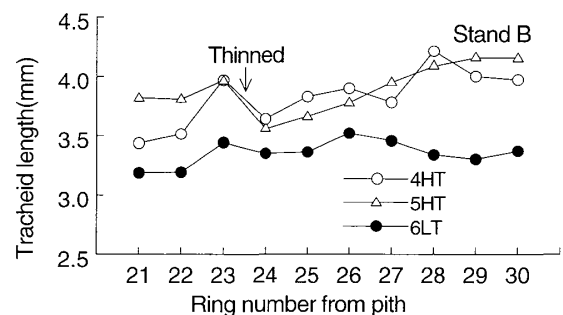


図6 仮道管長への間伐の影響
4HT, 5HT:強度の間伐区からのサンプル
6LT:弱度の間伐区からのサンプル

おわりに

ここでは胸高部位で得られた結果についてのみ紹介しました。材の性質は樹冠からの距離と密接な関係にあり、間伐の影響は樹幹内の高さにより異なるようです。間伐の影響を高さ別に調べた結果については、紙面の都合上、別の機会に譲りたいと思います。また、現在スギ品種およびカラマツを対象に、木材性質のバラツキと遺伝性との関わり、植栽密度や枝打ち等の保育との関わりについて仕事を進めているところですが、その成果についてもここで紹介していく予定です。

文献

- KOGA, S., ODA K. and TSUTSUMI J. 1996: Effect of thinning on basic density and tracheid length of karamatsu (*Larix leptolepis*). Mokuzai Gakkai 42(6): 605-611.
- KOGA, S., ODA K., TSUTSUMI J. and FUJIMOTO T. 1997: Effect of thinning on annual ring structure of Japanese larch (*Larix leptolepis*). IAWA Journal 18(3): 277-286.