

カラマツ中小径材の製材（1）

- 挽材寸法精度に及ぼす製材方法の影響（角物一丁取りの場合） -

加藤 幸

1. はじめに

カラマツ中小径丸太から得られる製材品は、主に梱包材、建築材、ダンネージなどの加工程度の比較的低い製品向けられている。また、径が小さいために、生産率が他の中大径針葉樹製材に比べて低いことが認められている。このために、カラマツ製材では、高能率を指向した製材機械及びシステムの採用が進められている。しかし、その反面、能率の向上あるいは製品の用途のために、品質管理すなわち製品の寸法精度は、どちらかと言えば二次的に取り扱われているのが現状であろう。

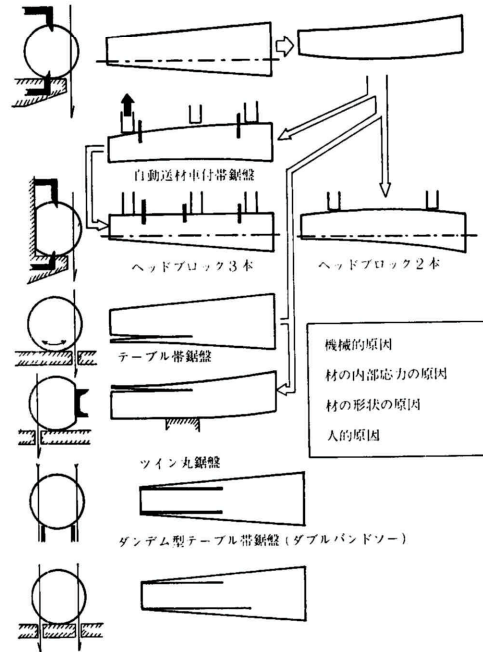
一方、スギの小径丸太又は外材からの製材品との競合などの諸事情から、梱包材、ダンネージと言えども、高精度（例えば、 $\pm 1\text{mm}$ ）の製材品が需要者から要求され始めている。また製材品を集成材等の二次加工原料とする動きもみられ、これにはある程度の寸法精度が要求される。したがって、現状でも能率一辺倒ではなく、製品精度の維持向上も十分考慮しなければならないようになってきている。また単純には、高能率で高精度の製品を得ることができる製材方法があれば最も良いことである。

そこで、高能率・高精度の製材方法を確立するための第一歩として、製材方法によってどの程度の寸法むらができるものか、又は寸法むらの発生原因について検討し、中小径カラマツ製材用機械又はシステムを考えるための一資料として供したい。今回は、丸太より角物を一丁取りする場合について報告する。

なお、この報告の一部を第28回日本木材学会大会（於、名古屋市）で発表した。

2. 寸法むらの発生原因

製材品の寸法むらは、通常、ルール、機械のガタ等



第1図 基本的な製材方法

の製材機械設備の不備、この調整不良又は無理な挽材等に原因することが多いが、径の小さい丸太の製材では、この様な原因が適正にされていても、径が小さいためあるいは大径材用として作られた機構が小径丸太用には適当でないために、十分な寸法精度が得られないことが考えられる。例えば、第1図のように、丸太から背板を一枚切り離すと、丸太内部に蓄積されていた内部応力のつり合いを乱すことになり、通常、母材は挽材が凸の弓なり状態に変形する（内部応力の原因）。このために、2回目以後の鋸断では、送材車付帯のこ盤の場合、弓なりに変形した挽面を真すぐにヘッドブロックに押しあてて、カスガイで固定した後挽材するか、テーブル帯のこ盤では変形した面を定規に密接させながら挽材することが、製品の高精度化のた

めに必要となる。したがって、送材車付帯のご盤では、材をヘッドブロックに押し付ける操作法・機械設備の良否が、テーブル帯のご盤では、定規に押し付けるローラー等の設備（不満足な状態もある）のない場合には、主に作業者の技量の巧拙（人的原因）が寸法むらの小・大（寸法精度の良否）の原因となる。

近年、開発されたツイン丸のご盤、タンDEM及びツイン帯のご盤では、ほぼ同時に相対する2面を挽材するので、1面ずつ挽材する場合に比べて、内部応力の影響が寸法精度に現われにくいと予想される。

テーブルタイプの製材機械では、先に示した人的原因に加えて、テーブル面上を送材する際に、材の動揺を生じさせる丸身及び節など丸太表面の凹凸（丸太形状の原因）によっても寸法精度は影響を受けよう。

以上から、機械設備の調整不良などの原因以外にも、寸法精度を悪化させる原因としては、

- (1) 丸太の内部応力の原因
- (2) 材の形状の原因
- (3) 機械的及び操作法による原因
- (4) 作業者の人的原因

が考えられる。

3. 試験方法

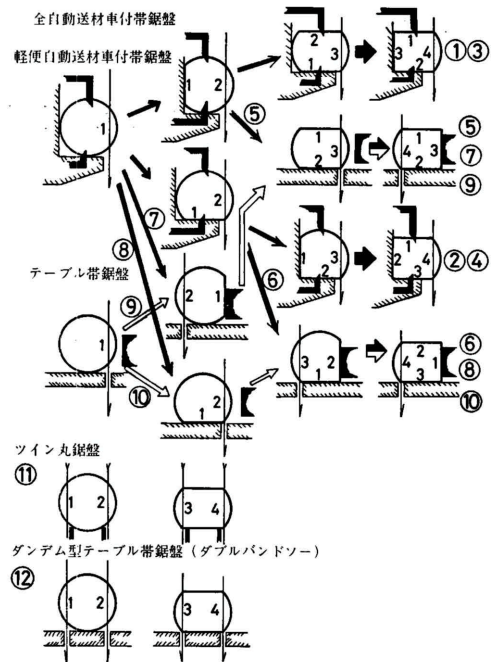
3.1 木取り方法

長さ3.65m、径級14cmの丸太から10.5cmの正角、径級8cmの丸太から主として7.5cmの押角又は正角を採材した。一部（タンDEM型テーブル帯のご盤の場合）、長さ3m、径級10～12cmの丸太から8.5cmの正角又は押角を採材した。

3.2 使用機械及び製材方法

試験に用いた製材機械及び製材方法を第2図に示す。以下に、製材機械と製材方法を簡単に説明する。

1) 全自動送材車付帯のご盤のみで製材：大径材大割用、のご車径1200mm、帯のご1.07×152mm、送材速度40m/min。カスガイはエア駆動、ヘッドブロック3本（間隔2903mm）、ヘッドブロックへの材の密接方法は、第1図に示すように、先端のヘッドブロックを他の2本より10mm程度出し、そこへ人力で材を



第2図 試験に用いた製材方法

押し付け、カスガイで固定した後、先端のヘッドブロックを下げ、他の2本とそろえる方法をとった（製材方法 第2図 , ）。

2) 軽便自動送材車付帯のご盤のみで製材：のご車径1140mm、帯のご0.89×127mm、送材速度30m/min、カスガイは手打ち、ヘッドブロック3本（間隔3090mm）、ヘッドブロックへの材の密接方法は、3本とも揃えたヘッドブロックへ材を2名の作業者が人力で押し付けた（製材方法 第2図 , ）。

以上の送材車付帯のご盤については、3本のヘッドブロックの不揃いを帯のごに対して±0.05mm以下に調整した。

3) テーブル帯のご盤のみで製材：のご車径1100mm、帯のご0.89×127mm、送材（腹押し）速度30～50m/min、作業者は腹押しと先取りの2名（製材方法 第2図 , ）。

4) 全自動送材車付帯のご盤で1面（製材方法 第2図 , ）又は2面（同 第2図 , ）、残りの面をテーブル帯のご盤で製材。

以上の製材方法を、最初の2面の挽材が隣接2面

(偶数)及び相対2面(奇数)についてそれぞれ行った。以下の製材方法は機構上、相対2面になる。

5) ツイン丸のご盤のみで製材: 丸のご4.2×660mm, フランジ径239mm, 回転数1450r.p.m, 送材(自動)速度20m/min(製材方法 第2図)。

6) タンDEM型テーブル帯のご盤(以下, ダブルバンドソー)のみで製材: のこ車径1000mm, 帯のご1.07×125mm, 送材(腹押し)速度約40m/min。作業者は腹押しと先取りの2名(製材方法 第2図)。

挽材試験本数は各挽材方法ごと10~20本である。

試験に従事した作業者の経験年数は約10年である。

なお, 2枚の帯のごが正対したツイン帯のご盤も製造されているが, 試験当時, 道内に導入されておらず未調査である。また内部応力の影響を少なくするため8回のごに通して角材にする八面挽きの方法もあるが, カラマツ製材では見当たらないので実施しなかった。

3.3 寸法精度の測定方法

寸法精度は製品の4挽材面についてその幅を, 長さ方向に, 3.65m材では, 0, 30, 60, 90, 180, 270, 300, 330, 360cm, 3m材では, 0, 30, 60, 150, 240, 270, 300cmの位置で, ノギスにより測定した。

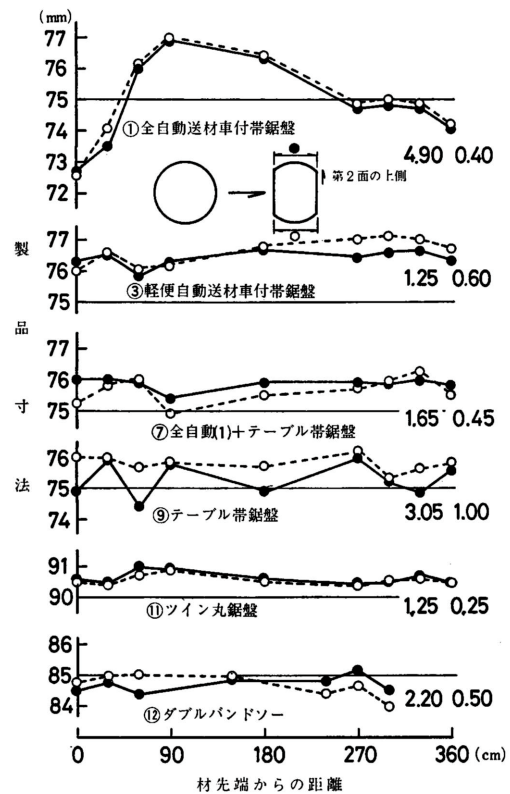
4. 結果及び考察

4.1 丸太から太鼓材にする場合

第3図に, 丸太から太鼓材にする場合, 各製材方法における製品寸法の傾向と寸法むらとを示す。

図中の製品寸法の値は, 各製材方法の全製品の各測定位置の平均値である。この寸法の表示法では, 長さ方向にランダムに寸法が変化する場合に, 測定値が十分に多いと, 平均値のカーブは平坦になりやすい。反対に, カーブがある型を示すものであれば, その製材方法にそれを生じさせる原因が存在するものと考えられる。また, 図中の数値は, 太鼓材の厚さの長さ方向の製品の最大値と最小値との差の平均値(左側の値, 以下単に, 寸法むらと呼ぶ)と, 各測定位置での上下の寸法の差の平均値(右側の値, 以下, 上下方向の寸法むらと呼ぶ)とを表わす。

全自動送材車付帯のご盤の場合 には, 製品寸法は



第3図 丸太から太鼓材にする場合の製品寸法の傾向と寸法むら

先端が細く, 中央が太くなる傾向が認められ, その寸法むらも4.90mmとかなり大となっている。これは一部材の内部応力の影響があるが, 主にカスガイの打込みによって, 材が横に曲げられることから生じると考えられ, 大径材大割用を小径材の製材に使用したことによる不適当なカスガイ機構から生ずる機械的な原因である。この発生機構については次報で報告したい。

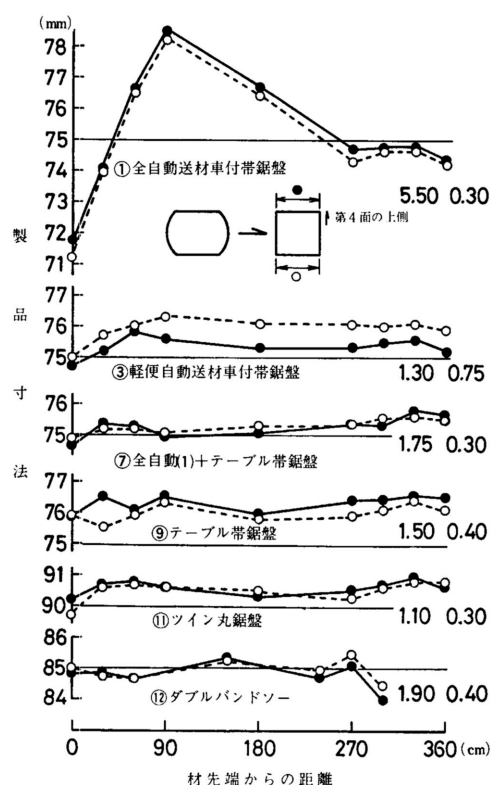
軽便自動送材車付帯のご盤 では, 寸法のカーブは比較的平坦で, 寸法むらは1.25mmと小さくなっている。これは前記全自動送材車付帯のご盤に比べて, 製材方法は同様であるのに, このような結果の得られた理由は, カスガイが手打ちであって, カスガイの打込みにより材の横たわみが生じないことであり, かつヘッドブロックの間隔が長いことなども影響しているものと思われる。

最初の挽材面(以下, 第1面とする)の挽材を, 全自動送材車付帯のご盤で, 第2面をテーブル帯のご盤

で挽材した場合と、第1面、第2面ともテーブル帯のご盤で挽材した場合とを比較すると、製品寸法のカーブには著しい差は認められないが、寸法むらはテーブルのみによるものの方がかなり大きくなっている。これは第2面の挽材状態は両者ともほぼ同様とみなすと、この寸法むらの差は、テーブル作業で第1面を挽材するときに生ずると考えられる。すなわち、第1面の挽材は第2図のように、作業者の勤で行われることに加えて、丸太の丸身、節等の凹凸で材が動揺し、かつ作業者がその動揺を押さえきれず、第1面に局部的な面のねじれ又は凹凸が生じたことによるとみなされる。この結果からみると、作業者の技量とともに材の形状の原因は大きい。

ツイン丸のご盤とダブルバンドソーとを比較した場合には、第1図に示すように、丸太が送材レールによって、左右の動揺がある程度規制されて、半固定の状態です材され、かつ同時に第1面と第2面とが挽材される挽材形態と、丸身、節のためにテーブル面上を不安定に材が通過し、かつ両のこが前後しているために、送材時の材の横ぶれが精度悪化につながりやすい両原因の存在する挽材形態との違いを比較することになる。結果はツイン丸のご盤の方が寸法むら、上下方向の寸法むらとも優っており、丸太の形状又は人的な原因の少ない挽材方法に良い結果が得られている。しかし、いずれが実際の生産に有利かはこの結果からだけでは判定できない。すなわち、送材速度はダブルバンドソーの方が大きく、また、ツイン丸のご盤でこのように良好な挽材をするには、丸のこの選定等難しい点もあるからである。

ここで、2枚のこのを使用する機械で、自動送りと手動送りとの差を生産能率で比較すると、自動送りの場合、1本約1分、腹押しと先取りの2名でする場合には、1本約0.5分であって、この差は材扱いの時間に関係している。反面、ある程度材を固定して自動送材すると、ここで示した結果のように、精度は向上することが予想される。したがって、この辺に、作業者の技量又は材の形状で製品の品質が左右されるものでなく、また能率の向上が達成できる機械の開発の問題



第4図 太鼓材から角材にする場合の製品寸法の傾向と寸法むら

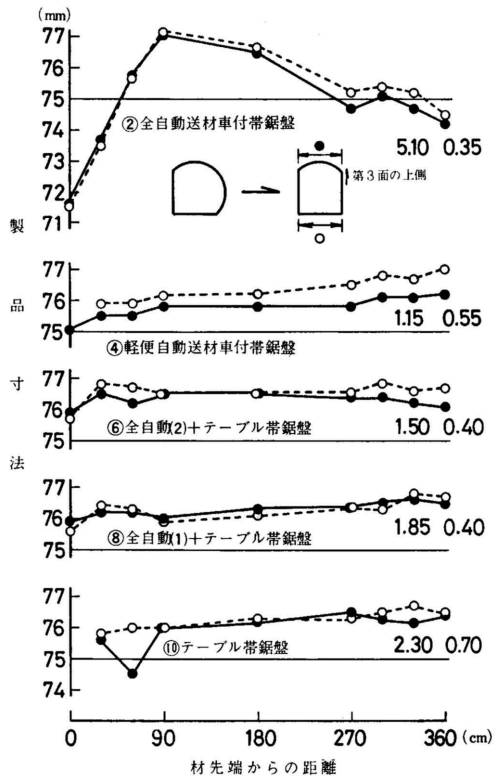
点がかくされているように思える。

4.2 太鼓材から角材にする場合(第4図)

全自動及び軽便自動送材車付帯のご盤の結果の傾向は前項4.1と同様である。

この製材形態のテーブル作業では、テーブル面を通過する材面はほぼ平坦なので、丸身・節等の材の形状の原因は小さいとみなされる。したがって、テーブル帯のご盤のみで製材する場合には、第3図 3.05mmに比べ、第4図 1.50mmのように、またダブルバンドソーでも、2.20から1.90mmのように、良好になることが認められる。しかし、ツイン丸のご盤の結果とダブルバンドソーのそれとの間にまだ差があるのは、ダブルバンドソーの両のこが前後にずれていることから作業者の技量又は材の取扱い方法の影響が現われたためと考えられよう。

4.3 第1・2面を隣接して挽材する場合(第5図)



第5図 第1・2面を隣接して製材した場合の製品寸法の傾向と寸法むら

全自動及び軽便自動送材車付帯のご盤の結果の傾向は前項と同様である。

第1・2面を隣接して、全自動送材車付帯のご盤で製材し、残り2面をテーブル帯のご盤で挽材する場合

と、全自動送材車付帯のご盤で第1面を、テーブル帯のご盤で残りの面を挽材する場合とを比較する。両場合のテーブル作業はテーブル面を通過する材面が平坦で材の形状の原因はないとみなしてよく、また第3面は定規に沿わせて幅決めするだけで両場合とも同様であるから、第5図の寸法むら1.50と1.85mmとの差は第2面の挽材から生じるものと考えられる。すなわち、送材車付帯のご盤では、平坦な面が生成されるが、テーブルでは、作業者の勘によるために、作業者の技量によって、局部的な挽曲りで若干の凹凸した挽面になることによると思われる。更に、これら両者の値に比べ、テーブル帯のご盤のみで挽材したものは、2.30mmと更に悪化しており、第2面の挽材の原因に加えて、第1面の挽材時に、丸太の形状等の原因が残りの面の挽材に影響したものと推定できる。

4.4 製材方法と寸法むら

第1表は製材方法による寸法むらとその原因をとりまとめたものである。*印のうち、テーブル作業に関するものでは、作業者が挽材困難と判断したため、試験を取り止めたもの、ダブルバンドソーについては未調査のためである。

まず、製品寸法の大きさが寸法むらに及ぼす影響を7.5cmと10.5cmの結果とを比較してしてみる。全自動送材車付帯のご盤では、10.5cmの方が寸法むらは小となっている。これは次報で報告するように、カス

第1表 製材方法と寸法むら

(mm)

記号	製材方法 使用機械およびその挽面数	最初2面の挽面	寸法むら				上下方向の寸法むら				寸法むらの原因							
			7.5cmの場合		10.5cmの場合		7.5cmの場合		10.5cmの場合		機械的		内部応力		材の形状		人的	
			A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
①	全自動で4面とも	相対	4.9	6.3	2.4	2.2	0.4	0.3	0.3	0.3	○	○	△	△	—	—	—	—
②	"	隣接	5.1	5.5	2.5	2.7	0.4	0.3	0.3	0.3	○	○	△	△	—	—	—	—
③	軽便で4面とも	相対	1.3	1.3	2.3	2.5	0.6	0.8	1.1	0.6	○	○	△	△	—	—	—	—
④	"	隣接	1.2	1.4	2.3	2.5	0.6	0.6	0.7	0.6	○	○	△	△	—	—	—	—
⑤	全自動で2面、残りテーブル	相対	3.5	2.4	2.2	1.6	0.5	0.6	0.3	0.4	○	—	△	—	—	—	—	○
⑥	"	隣接	1.5	1.3	1.4	1.3	0.4	0.5	0.4	0.5	—	—	—	—	—	—	—	○
⑦	全自動で1面、"	相対	1.7	1.8	*	*	0.5	0.3	*	*	—	—	—	—	△	△	○	○
⑧	"	隣接	1.8	1.1	2.3	3.1	0.4	0.4	0.5	0.4	—	—	—	—	○	○	○	○
⑨	テーブルで4面とも	相対	3.1	1.5	*	*	1.0	0.4	*	*	—	—	—	—	○	△	○	○
⑩	"	隣接	2.3	2.7	*	*	0.7	0.6	*	*	—	—	—	—	○	○	○	○
⑪	ツイン丸鋸盤で4面とも	相対	1.2	1.1	1.1	0.8	0.3	0.3	0.3	0.3	○	○	—	—	—	—	—	—
⑫	ダブルバンドソーで4面とも	相対	2.2	1.9	*	*	0.5	0.4	*	*	○	○	—	—	○	○	○	○

A: 相対の場合には、第1面と表2面、隣接の場合には、第3面とその対辺との寸法むら
 B: " " 第3面と第4面、" " 第4面と " "

○: 影響が強い, △: 影響が中程度, —: 影響が弱い

ガイの打込みによる材の横変形が、材の細いものほど大きくなり、このために寸法精度が悪化するもので機械的な原因である。軽便自動送材車付帯のご盤では、反対に10.5cmの方が寸法むらは大となっている。これは内部応力の影響で挽面が凸に変形した材を、ヘッドブロックに押し付ける際に、細い材ほどヘッドブロックとの接触状態が良好となることによると思われる。全自動送材車付帯のご盤で第1面を、残りの面をテーブル帯のご盤で製材する場合には、7.5cmの方が良好となっている。これは、テーブル作業において、材が太くなると、材の取り扱い又は保持が難しくなるためと考えられる。

次に、第1面と第2面とを相対が隣接かにすること寸法むらに及ぼす影響についてみる。全自動及び軽便自動送材車付帯のご盤では、両者の差は認められない。全自動送材車付帯のご盤で最初の2面を、残りの面をテーブル帯のご盤で製材する場合についてみると、相対の場合には、第1面と第2面との寸法むらは、前述のように機械的原因が生じ、第3面は作業者の技量が関係している。隣接の場合には、全自動送材車付帯のご盤で、材面が直線ではないが、平坦な隣接2面をもつ材ができるので、残り2面のテーブル作業は平坦な面を定規に沿わせて挽材する単純作業になる。したがって、テーブル作業がより単純な場合に、寸法むらが良となっている。また、隣接の場合には、7.5cmと10.5cmとの寸法むらに差がないことからみると、テーブル作業はごく簡単な作業の場合に、その能力を十分発揮できると言えよう。

ここで、テーブル作業における寸法むらを生じさせる原因と寸法むらの大きさについて若干まとめてみたい。太鼓材から角材にするとき(テーブル面を通過する材面が挽面の場合)第3面の挽材は作業者の技量が関係し、第4面の挽材は定規に沿わせて挽材となるがこの場合の寸法むらは、第1表より、2.4~1.5mmの値をとる。第1・2面を隣接して挽材した材の第3面の挽材は比較的平坦な挽面を定規に沿わせて幅決めする作業になるが、この場合の寸法むらは1.5~1.1mmの値を示す。この両者の寸法むらの差が挽材形態に関係

した作業者の技量に原因するもので、また、技量に重きを置いた挽材よりも、定規に沿って挽く単純作業の方が小さくなることも当然であろう。また丸太から太鼓材にする場合の寸法むらは第1表より2.7~3.1mmで、すべてのテーブル作業のうちで最も大きい。また、太鼓材から角材にする場合との差1.4~0.8mmが材の形状からくる原因と考えよう。

以上のように、テーブル作業では、丸太の形状又は重量が製品の寸法精度を低下させることが明らかであるから、移動架台のような治具を使用して、材の動揺を少なくする作業形態も検討の余地があろう。また、作業者の技量が関係する挽材でも、単純な挽材作業ほど精度が良好になるので、テーブル作業はなるべく簡単な作業となるように、生産ライン内のテーブル帯のご盤の配置又は木取りを考慮すべきであろう。

5. おわりに

以上のように、数多くの機種、作業方法等についての検討ではなかったが、一応基本的な製材方法の寸法むらの大きさと、その寸法むらの発生原因とについて概略把握できたと思っている。今後、これを基にして改善策を講じるとともに、板又は割を採材する場合、及びツイン帯のご盤、ローラーバンドソーなどの製材についても取り上げたい。

このような試験を実施してみて、通常の生産形態では、寸法むらを1mm以下にとどめることは非常に難しいことであると感じているが、それにしても、ここで示した結果からすると、まだ改善の余地が残されている。機械メーカー、製材工場の方々の創意工夫に期待したい。また、そのポイントとしては、生産工程で、常に一定した品質の製品を生産することが重要であるとすれば、丸太の形状又は人的原因などの不測の要素を打ち消す手段を講じることが肝要であろう。

おわりに、試験でお手数をお掛けした、湧別町森林組合及び當場製材試験科の皆様に感謝いたします。