

カラマツ中小径材の製材(4)

- 送材車付帯のご盤で板を製材する場合の寸法むらとその原因 -

加藤 幸一

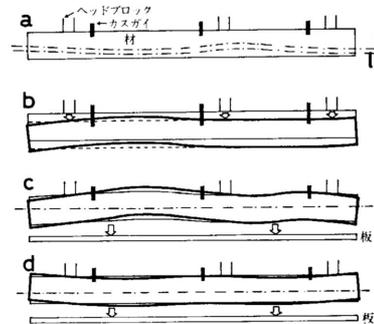
1. はじめに

送材車付帯のご盤を使用して、カラマツ中小径丸太から板を製材する場合、前報¹⁾で認められたように、採材された板の厚さに、比較的規則的な変動(寸法むら)が生じることがある。

一方、先に報告した角物一丁取りの場合²⁾にも、規則的な寸法の変動が現れ、レールの曲がり、カスガイの打ち込みによる材の横移動及び材の内部応力による挽材前後の材の形状の変化などがその原因として認められた。板取りも基本的には角挽きと同様なので、ほぼ同様な原因が寸法むらに關与しているものと思われる。そこで、板取りの場合について、角挽きの場合と同様な手法で検討したところ、歩出し操作に伴った材の形状変化など2, 3の原因が明らかになり、また今後改善の余地が多いと思われるので、問題提起の意味を含めて報告することにした。

2. 寸法むらの発生原因

角物一丁取りの場合²⁾に、角材の寸法が材の長さ方向に変化する原因は、挽き材中の帯のこの横変形がないときには、主にレールの曲がり、カスガイの打ち込み操作に伴った材の横変形であり、これに丸太の内部応力による材の横変形が若干影響することが認められた。角物一丁取りの場合には、ヘッドブロックの垂直定規面と帯のこの間隔が製品寸法となるので、レールが不規則に曲がっていると、定規面と帯のこの間隔が送材車の進行につれて変化し、寸法むらが生じる。板取りの場合には、レールが少し曲がっていて、定規面と帯のこの間隔に変化があっても、すなわち第1図 aのように、ある挽き面(1面)がレールの曲がり原因となって曲面になったとしても、板のもう



a: レールの曲がりによる挽き面の凹凸
b: 歩出し操作に伴う材の形状変化
c: カスガイの打ち込みによる材の形状変化
d: 材の内部応力による材の形状変化

第1図 寸法むらの原因

片方の挽き面(1/面)も1面と同様な曲面に鋸断されるので、板厚は材の長さ方向には変化しないと予想できる。なお、後述の3.2の試験方法で求められる帯のこの位置に対する挽き面の相対的形状の再現性は良いので、送材車の軌跡は1面の挽材のときと、1面の挽き材のときとではほとんど変わらないとみなすことができる。

しかし、所定の板厚の歩出しをするときに、ヘッドブロックの押し出しが正常に作動しても、丸太が細く、その上ヘッドブロック水平(下部)定規面に丸太が強く押し付けられていると、第1図bのように、歩出しによって材に形状変化が生じることが予想される。もし生じれば、材が不揃いに歩出しされたことになるので、これは寸法むらの原因となる。

また、角挽きの場合に明らかになったように、カスガイを打ち込むと、打ち込み方向と横方向に材がたわみやすい機構となっている送材車(ヘッドブロックとカスガイの位置が離れているタイプに生じやすい)では、カスガイ打ち込み中も材は横荷重を常に受けてい

ることになる。板を製材するにつれて、ほぼ板厚だけ母材の厚さが減少し、母材の曲げ剛性が小となって材の横たわみが増加するので、挽き材前と挽き材中及び後では、材の変形形状が変化することになる。その結果、第1図 cのように、カスガイによってより引き寄せられた部分は所定の寸法よりも薄くなる(角挽きでは厚くなる)。したがって、材の曲げ剛性が小さいほど、又はカスガイの横分力が大きいほどこの影響が現れやすいと考えられる。

一方、丸太を鋸断すると、丸太の内部応力によって、材が長さ方向にも変形する(そる)ことが一般に認められている。送材車を用いた製材では、カスガイで材を固定しているので、この変形はある程度抑制されるが、角物一丁取りの場合に明らかにしたように、ヘッドブロックからはみ出た材先端と後端部でこの影響が現れやすい。したがって、第1図 dのように、板挽きの場合にもこの影響が生じると予想できる。

3. 試験方法

3.1 試験条件

3.1.1 供試帯のご盤

前報²⁾からの試験で使用した全自動送材車付帯のご盤を使用した。なお、供試送材卓のヘッドブロックとカスガイの位置は第2図に示すように、約20cm離れ

ている。またカスガイの形状は先端の角度が40°の片流れで、カスガイの打ち込みに伴って、ヘッドブロックに材を引き寄せるタイプである。

3.1.2 供試カラマツ丸太

径級12cm、長さ3.7mの生材(丸太)と約2カ年間土場に貯木した径級16cm、長さ3.7mの材(平均含水率約30%、丸太)とを用いた。

3.1.3 木取り方法とカスガイ打ち込み力

ダラ挽き(前報¹⁾のa型)と板挽き(同b)の木取り方法で、厚さ1.8cmの耳付板を採材した。挽き材は末口からおこなった。各木取り方法について、カスガイ打ち込み空圧3kg/cm²(打込力:上部約100kg,下部約20kg)、6kg/cm²(同200kg,55kg)、9kg/cm²(同300kg,90kg)でおこなった。各条件について、丸太と丸太をそれぞれ2本ずつ供試した。

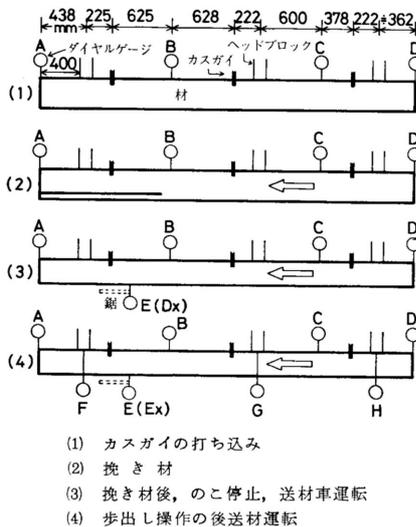
3.1.4 板厚の測定方法

板厚の測定方法は前報¹⁾と同様であるが、ここでは板厚を上部厚さと下部厚さとの平均値とする。また寸法むらは板厚の最大値と最小値との差とする。材長220cm(末口から)の板厚tcを基準にして、任意の位置の板厚txとの差(tx - tc)を「板厚の偏差Fx」と呼ぶ。

3.2 材の横変形等の測定方法(第2図)

製材方法及び材の横変形量の測定は以下のおこなった。

(1) 先頭(1番, 順次2番, 3番と呼ぶ)のヘッドブロックから丸太の先端を40cm突き出させて丸太を乗せた。ヘッドブロックの出を調整して、丸太の第1回目の切削位置に挽き道がくるように合わせた。垂直定規面に丸太をなるべく密接させながら、カスガイを空圧1kg/cm²で打ち込んだ。4台のダイヤルゲージを材先端(A)、後端(D)及び各ヘッドブロック間の中央位置(BとC)に設置し、所定のカスガイ空圧まで上昇させたときの材の横変形量Kxoを測定した。なお、Kxoを含めて、以下で扱う材の横方向形状変化量又は移動量の正方向を材がのこに近づく方向とする。



第2図 製材時の材の形状変化量の測定方法

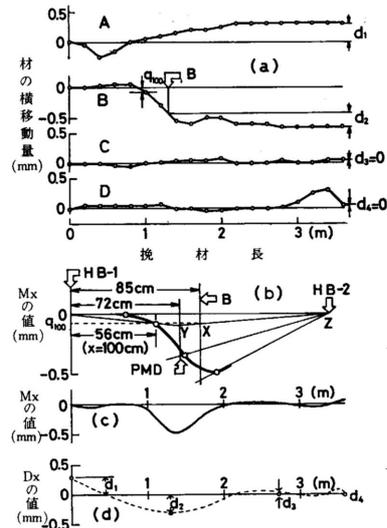
(2) 帯のこが横変形を生じない送材速度(5m/min以下)で切削を始め、材先端から挽き材長20cmごとに、A~D点の挽材中の材の横移動量を測定した。

(3) 切削終了後、のこに対する挽き面の相対的形状を測定するために、送材車を後退させ、直ちにのこ車の回転を停止し、のこの緊張を解除した。のこの刃先位置に、ダイヤルゲージの測定ロッドがくるようにダイヤルゲージ(E点)を帯のこ盤ベースに設置した。送材車をゆっくり前進させ、E点からみた(のこに対する)材の相対的形状変化量 Dx ($x=220\text{cm}$ を基準点としてその偏差で示す)を測定した。 Dx の値は材を変形させる原因がない場合には材の長さ方向に変化はなく、またレールの曲がりの影響も入らないと考えられる。

(4) 送材車を後退させた後、各ヘッドブロック垂直定規面の歩出し操作に伴った押出し量を測定できるように、ダイヤルゲージF, G, Hを送材車に設置した。歩出し操作をおこない、A~D点の材の移動量及びF~Hによって、1, 2, 3番ヘッドブロック垂直定規面の歩出し量を測定した。更に送材車を前進させながらEの位置で相対的形状変化量 Ex (Dx と同様偏差で示す)を測定した。

(2)~(4)の操作を繰り返して順次板を採材した。なお、ダラ挽きの場合には、丸太のほぼ中央部まで製材した後、1800木返しし、(1)と同様な手順の後(2)~(4)を繰り返した。

以上の測定方法から、歩出し操作に伴う材の形状変化量 Kx は($Ex - Dx$)で求められる。また鋸断されている部分の横移動量 Mx を次の方法で求めた。すなわち、材の横変形状態はヘッドブロックの位置を支点とし、カスガイの位置を荷重点とするはりの曲げとみなす。更に、そのたわみ曲線を材料力学的に定まる最大たわみ位置と支点又はたわみ零の位置とを直線で結んだものと仮定する。この様な仮定から、鋸断位置の材の横移動量 Mx は第3図のように、A~Dの材変形量(第3図a)を用いて図式的に求められる。例えば、鋸断位置 $x=100\text{cm}$ の横移動量は第3図bのように求められる。すなわち、鋸断位置 $x=100\text{cm}$ のと



(a) A~Dの測定点の材の横移動量
 (b) Mx の求め方(HB-1, HB-2はそれぞれ1番及び2番ヘッドブロックの位置, PMDは最大たわみ位置)
 (c) (a)の結果から求めた Mx の値
 (d) 同 Dx の値($d_{210}=0$)

第3図 挽材中の材の横移動量 Mx の求め方

きのBの位置の材変形量 q_{100} をとり(X点)、支点である2番ヘッドブロックの位置Z点とX点とを結び、その延長線上の最大たわみ位置Y点と1番ヘッドブロックの位置0と結び、 $OYXZ$ は挽き材が $x=100\text{cm}$ まで進んだときの OZ 間のたわみ曲線となる。したがって、 $x=100\text{cm}$ の位置に立てた垂線 OY との交点の値が鋸断位置 $x=100\text{cm}$ の材の横移動量となる。以下、同様の処理を各鋸断位置について求め、各点をなめらかな曲線で結び、第3図cのように Mx が求められる。

なお、挽き材後の材の形状変化量 Dx も第3図a及びdのように、A~Dの各位置について求め、(3)の方法によって求めた Dx の値と大差ないことを確認した。

したがって、 i 番目に採材される板の偏差は挽材前の材の相対的形状($i-1$ 番目の板挽き材後の材の形状変化量) Dx 、 i 番目の板を採材するための歩出しによる形状変化量 Kx と i 番目の板の挽き材時の材移動量 Mx から定まると考えられる。また Dx 、 Kx 、 Mx の値を材がのこに近づく方向(板が厚くなる方向)を正にとっているから、板の偏差は($ax = Dx + Kx +$

$M_x = E_x + M_x$) と一致するはずである。

4. 結果及び考察

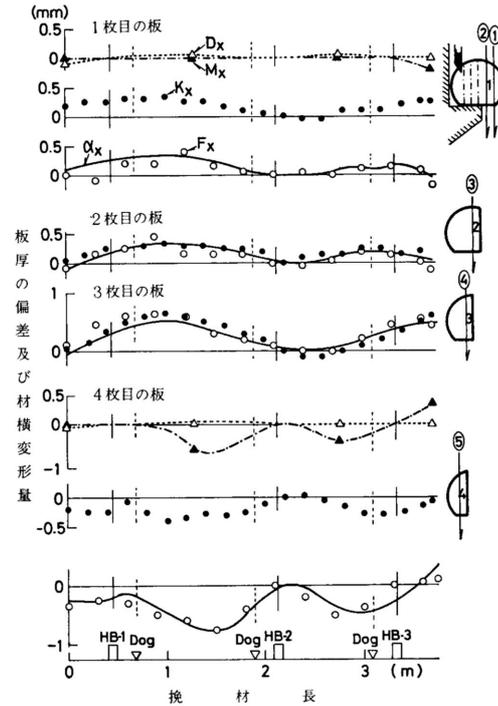
4.1 板厚の偏差とその原因

3.2の試験方法で求めた材の形状変化量 D_x , M_x , K_x とこれらの和 a_x 及び寸法の偏差 F_x の値を板の採材順に, (a) ダラ挽きの場合を第4-a図に, (b) 板挽きの場合を第4-b図に示す。

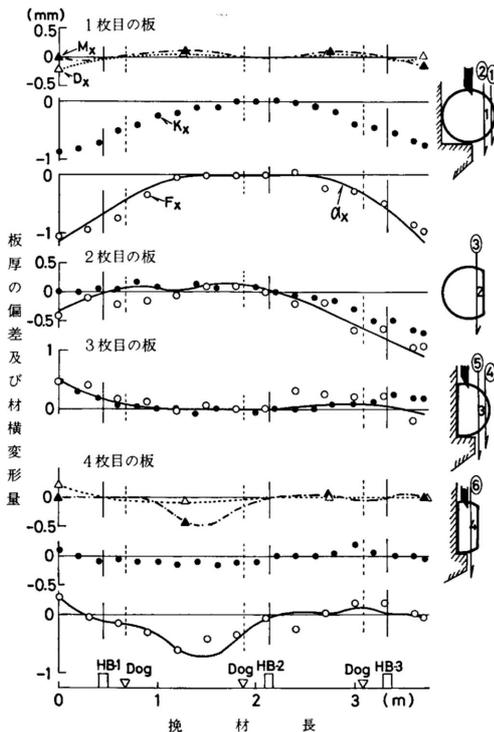
(a) ダラ挽きの場合

ダラ挽きの場合の典型的な例として, 丸太 をカスガイ打ち込み空圧 $9\text{kg}/\text{cm}^2$ で固定して挽き材した結果を第4-a図に示す。

丸太から背板を鋸断(1回目の挽き材)した後の挽き面の相対的形状を示す D_x の値は, 材先端部で負の値となって, 挽き面が凸状であることを示している。前報¹⁾で明らかのように, 供試送材車では, カスガイの影響が強い場合には挽き面は凹状になり, またこの様な材の形状では内部応力による影響で材は凸状に変



第4図 - b 板挽き木取りにおける板厚の偏差 (F_x) と材の横変形量 (D_x, M_x, K_x, a_x)



第4図 - a ダラ挽き木取りにおける板厚の偏差 (F_x) と材の横変形量 (D_x, M_x, K_x, a_x)

形するから, 1回目の挽き材では, 丸太の内部応力の影響がカスガイの影響よりも強く現れている。1枚目の板を採材するためにおこなった歩出しによる材の横変形量 K_x は両端部で負の値となっており, 歩出しが両端で少なく又は中央部で多くなされたことをこの場合には示している。また2回目の鋸断中に生じる材の横変形量 M_x はカスガイ中間部で材がのこに近づく傾向を示し, 材の内部応力の影響がカスガイ打ち込みの影響よりも強く現れている。1枚目の板厚の偏差 F_x と a_x とを比較すると, 一部で若干ずれるが, 全体としては比較的良く一致し, 板厚の偏差(寸法むら)は歩出し操作に伴う材の形状変化, 材の内部応力, カスガイの打ち込みなどの影響によって生じると考えられる。なお, ここでは内部応力とカスガイの打ち込みの影響を個別に示してはいないが, 後述の挽き材が進んだときの板厚の傾向も含めて, 両者の原因は板厚に十分影響する因子であると定性的に言い切れよう。一方1枚目の板の挽き材において, K_x は D_x 及び M_x よ

りも大となっており、寸法むらの主原因は歩出しによる材の横変形とみなされる。また K_x の値と F_x の値の両傾向は非常に似たものになっている。

2, 3枚目の板の挽き材については、 D_x , M_x の値は省略したが、 F_x と ax とはここでも比較的良く一致している。また F_x と K_x の傾向は類似しており、この場合にも、 F_x の主原因は ax といえる。

最後の4枚目の板を採材する場合、挽き面の形状すなわち5回目の鋸断後の材の相対的形状は、材先端部はこのこに近づき、1, 2番ヘッドブロック間ではこのこから離れている状態を示している。これは材が薄くなってきたために、カスガイ打ち込みの影響が現れ始めたものと推定できる。一方、この場合の歩出しによる材の形状変化は(たまたま)少ない。6回目の切削時には、材の横移動量 M_x は1, 2番ヘッドブロック間で、材がこのこから急激的に離れる様子を示している。すなわち、厚くない材から更に板を採材したために、材の曲げ剛性が著しく減少して、材の変形が鋸断につれて大きく現れたものと考えられる。この場合、 M_x の値は D_x , K_x よりも大きく、板厚の偏差の主原因はカスガイの打ち込みとみなされる。また F_x の値と ax の値とは比較的良く一致している。

(b) 板挽きの場合

板挽き木取りの坂厚の偏差及び材の横変形量は、第4-b図(丸太, 打ち込み空圧 9kg/cm^2)に示すように、ダラ挽きの場合と比較的良く似た傾向を示している。すなわち、 K_x の値の現れ方は異っているが、 K_x は F_x の主原因となる場合が多い。また1, 2枚目の採材では板厚の偏差に及ぼす内部応力の影響はカ

スガイ打ち込みの影響よりも大である。採材が進み材が薄くなると、材の曲げ剛性が小となってカスガイの影響が現れ始める。板厚の偏差 F_x の値と ax の値とは比較的良く一致しており、板挽き木取りの場合でも、前述の3つの原因が坂厚の偏差の原因と考えられる。ただし、板挽きの場合には、材の3つの垂直定規面全部に接しないことが多く、第4-b図の4回目の切削後の形状のように、カスガイの影響が小さいこともあり得ると思われる。

4.2 歩出し操作に伴う材の歩出しむら

今まで述べてきたように、歩出し操作に伴って材が不規則に変形を受け、これが寸法むらの主原因になりやすいことが認められる。この現象は材が送材車に固定される状態に関連するように思われたので、材固定の状態と歩出し性能との関連性を以下の4種の場合について検討した。

すなわち、(イ)ダラ挽きの場合に、丸太から背板を1枚取り去った状態、(ロ)ダラ挽きの場合に、木返し後、半月形になった材から背板を1枚取り去った状態、(ハ)板挽きの場合、背板を1枚取り去った状態、(ニ)角材の隣接2面がそれぞれ垂直及び水平定規面に接した状態である。これらの場合について、20mm歩出ししたときの K_x の値から、材の歩出しむら($K_{x\max} - K_{x\min}$)を求めた。なお、丸太は通常真っすぐではないので、丸太は垂直及び水平定規面にそれぞれ2又は1点で接することになる。一方、(ロ)又は(ニ)のように、挽き面を垂直定規面に当てるときには、材を押し付けて接触させることが可能で、試験でも実施した。

第1表 歩出し操作に伴う材の歩出しむら

材固定の状態 ^{a)}	イ	ロ			ハ			ニ			
		3	6	9	3	6	9				
カスガイ打ち込み空圧(kg/cm^2)	3	6	9	3	6	9	3	6	9	込	
材の歩出しむら ($\times 10^{-2}\text{m}$)	最小値	16	29	21	27	20	20	11	15	14	12
	平均値	42	44	54	36	33	34	36	39	54	20
	最大値	110	81	93	54	57	58	66	90	98	25

注) a) イ: 第4図aの1枚目の板を採材する場合。ロ: 同3枚目の板。
ハ: 第4図bの1枚目の板を採材する場合。ニ: 角材を固定した場合
b) 歩出し量の最大値と最小値との差。

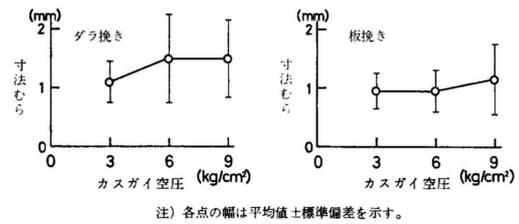
第1表のように、材の歩出しむらはイ(口・八)、二の状態順に小となっている。またカスガイ打ち込み空圧をかえると、イ及び八のように固定状態によっては打ち込み力の影響が歩出しむらに現れる。

更に、イ~二を対比して、材固定状態の性能を検討してみる。すなわち、口と二の両場合は、3つの垂直定規面で材を歩出しする場合であるが、口では材は水平定規面に2点で接し、二では全ての水平定規面に接している。結果はこの歩出しむらは口の場合に比べて良好であることを示しており、この差は水平定規面と材との接触の状態から生じたものと考えられる。同様に、イと八とを対比しても、水平定規面と接する材面が挽き面である八がやや良好であると認められる。一方、水平定規面と材との接触の状態は同様に、垂直定規面と材との接触の状態の違いが歩出しむらに及ぼす影響は、イと口及び八とを対比して明らかなように、全部の定規面で押し出す口と二の場合に良好となっている。以上から、垂直及び水平両定規面のすべてに接するこの場合には最も良好で、両定規面に各々2点でしか接しないイの場合には最も悪くなるのは当然の結果といえよう。

垂直定規と水平定規とが歩出しむらに及ぼす影響の差を、口と八とを対比して求めると、口の歩出しむらがやや小となっており、歩出しむらに及ぼす影響は垂直定規面が強いようである。またすべての垂直定規面で材を押し出す口の場合には、カスガイ打ち込み空圧の違いに対して、歩出しむらはほぼ同程度の値を示すのに対して、2点で押し出すイ、八では、空圧の上昇に伴って歩出しむらは大となっている。したがって以上の結果から、良好な製品を生産するには、垂直定規の働きを生かした木取り方法を採用するののも一つの方法であると考えられる。

4.3 カスガイ打ち込み力と寸法むら

第5図に示すように、カスガイ打ち込み力(空圧)と寸法むらの大きさとの関係を見ると、ダラ挽き、板挽きの両場合とも、打ち込み力が小さい程(最適値は求めていないが)寸法むらは小であり、そのばらつきも小となっている。これらの傾向は4.1及び4.2で述



第5図 寸法むらとカスガイ打ち込み空圧との関係

べたカスガイの打ち込み力の増加に伴う材の曲げ変形の増加及び歩出しむらの増大の両結果から説明されようが、少くとも、カスガイ打ち込み力を必要以上に大きくすることは害が多いと言える。

ダラ挽きと板挽きの寸法むらを比較すると、前報¹⁾の結果と同様に、板挽きの場合が良好であることが認められる。この原因は4.2で示した送材車への材の固定状態の相違から生じた歩出しむらの差と、前報¹⁾の第3図でよく認められたように、採材初期の寸法むらは同程度であっても、ダラ挽きの木返し後に採材される板の寸法むらは、カスガイ打ち込みによる横変形が現れて大きくなるのに対し、板挽きの同採材順の板ではより小さくなることなどによると考えられる。

したがって以上の結果から、良い製品を得るには、木取り型を考慮するとともに、カスガイ打ち込み力を調整することは当然のことと思われる。またこれ以上に、カスガイ打ち込みによる横分力材に曲げ変形が生じやすいタイプの送材車では、板取りの場合でも、角挽きの場合と同様な曲げ変形を押しやる改善策を講ずる必要があると考えられる。

5. おわりに

以上の結果から、送材車付帯のご盤で板を採材する場合の製品の寸法むらの原因とその対策はある程度明らかになったように思われる。しかし、供試帯のご盤のみについて扱ったので、ここで問題にした原因が別のタイプの送材車では全く問題にならないのかもしれない。そして、別の多くの問題も残されているのかもしれない。この点については、材固定方法など基礎的

(12頁につづく)

(6頁よりつづく)

な試験も含めて、今後更に検討していきたい。

このテーマによる報告は今回で一応終了するが、林産試験場、製材試験科には小径材の製材について多くのデータが蓄積されており、今後とも多くの有益な報告が続けられると思われる。

最後に、この一連の試験を遂行するにあたり、数々のご配慮を賜った小倉試験部長、前田製材試験科長と、厳寒の中、面倒な測定に従事された製材試験科の

皆様に深く感謝いたします。

文 献

- 1) 加藤幸一：林産試月報，339，1 (1980)
- 2) 加藤幸一：同 上 ，323，9 (1978)

- 名古屋大学農学部 -
(元試験部 製材試験科)
(原稿受理 昭和55.2.12)