

資料 (NOTE)

切り込み深さ,生成チップの厚さと重さ, 切削所要エネルギー

杉原 彦一^{*,**}・野口 昌巳^{**}

Hikoichi SUGIHARA^{*,**} and Masami NOGUCHI^{**} : Depth of Cut, Thickness and Weight of Removed Chip and Consumed Energy in Wood Cutting.

はじめに

表1に示した実験条件をいろいろ変化させ,それによつて切削所要エネルギーがどのように影響されるかを,振子式木材切削試験器を用いて検討した。実験1の結果は本誌りにまとめている,実験2については日本木材学会誌に近く投稿の予定である。

表1 実験因子とその水準数

実験	1	実験	2
試験片の形状	(4)	ナイフの掬い角	(5)
切削方向	(4)	ナイフの刃先角	(3)
ナイフの材質	(3)	試験片の切削方向の長さ	(4)
切り込み深さ	(3)	切削方向	(4)
樹種	(3)	樹種	(4)
含水率	(2)	切り込み深さ	(4)
		含水率	(2)

注: ()内は水準数

上記の2実験において,生成チップの厚さと重さをも測定したので,その結果を資料としてここにまとめて報告する。

切り込み深さと生成チップの厚さ

切り込み深さ d_0 と生成チップの厚さ d との関係を図1~6に示した。これらの図において,同一の d_0 に対して2つ以上の d がある場合には,それらを水平に並べて示した。

図1~6において,切り込み深さ d_0 と生成チップの厚さ d とは比例関係にあると仮定し

* 木材物理研究部門 Div. of Wood Physics, Wood Res. Inst., Kyoto Univ.

** 京都大学農学部 Dept. of Forestry, Kyoto Univ.

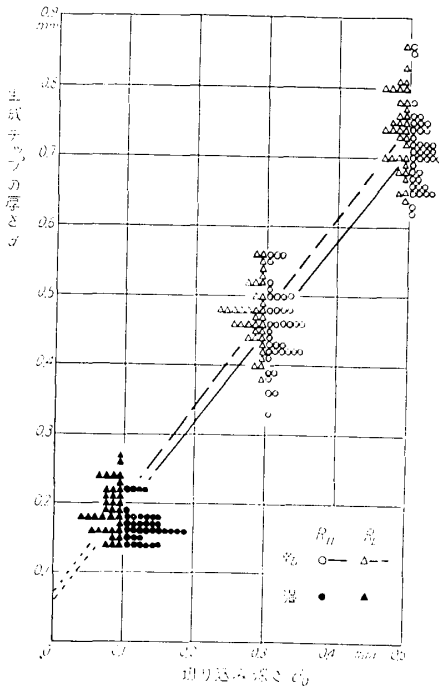


図1．実験1で得られたブナのチップの厚さ
含水率：乾燥材15.9%，湿潤材155% ($R_{//}$ は
繊維に平行な柎目面切削， R_{\perp} は繊維に垂直
な柎目面切削，以下同じ)

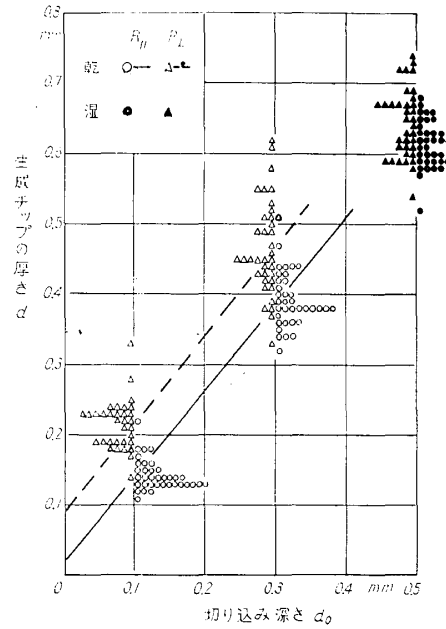


図2．実験1で得られたヒノキのチップの厚さ
含水率：乾燥材16.7%，湿潤材211%

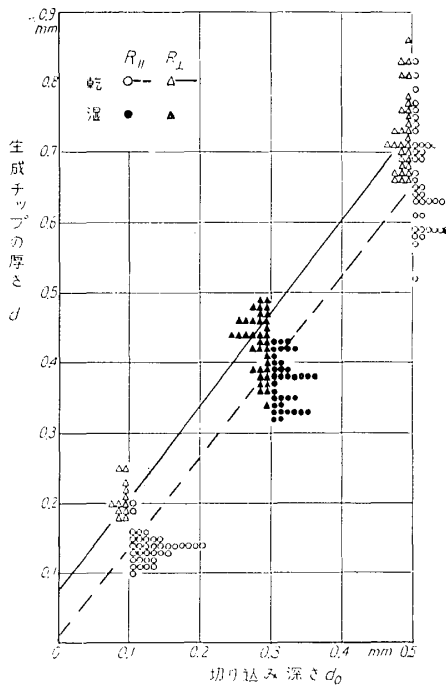


図3．実験1で得られたラワンのチップの厚さ
含水率：乾燥材17.1%，湿潤材228%

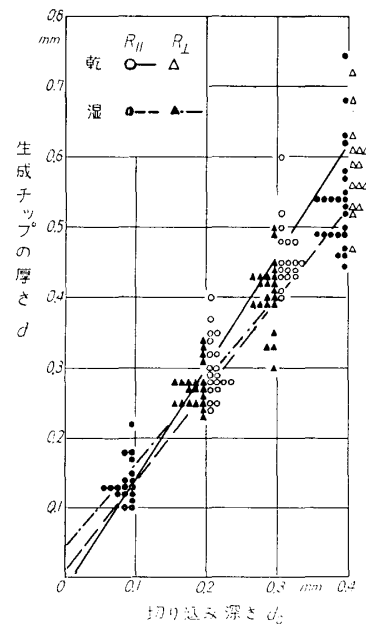


図4．実験2で得られたブナのチップの厚さ
含水率：乾燥材15.6%，湿潤材91.0%

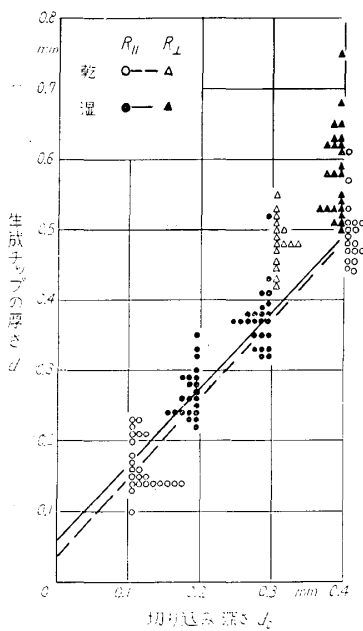


図5. 実験2で得られたヒノキのチップの厚さ
含水率：乾燥材16.4%，湿潤材121%

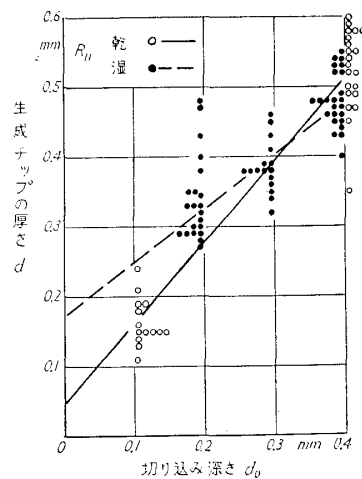


図6. 実験2で得られたマンガンノロのチップの厚さ
含水率：乾燥材15.6%，湿潤材91.0%

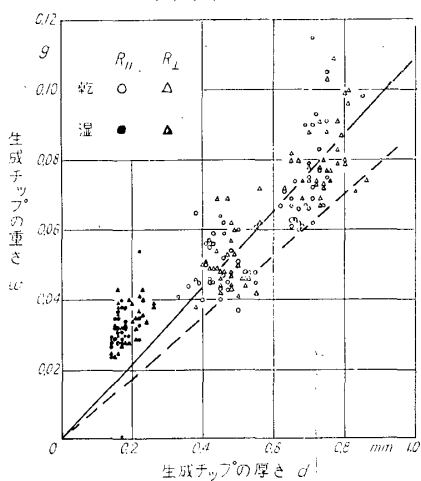


図7. 実験1で得られたブナのチップの重さ
試験片の気乾密度：0.58 g/cm³，含水率：乾燥材15.9%，湿潤材155% (乾燥材に対して実線でフィットし，チップの体積膨脹を願慮して修正したものが破線で示されている，以下同じ)

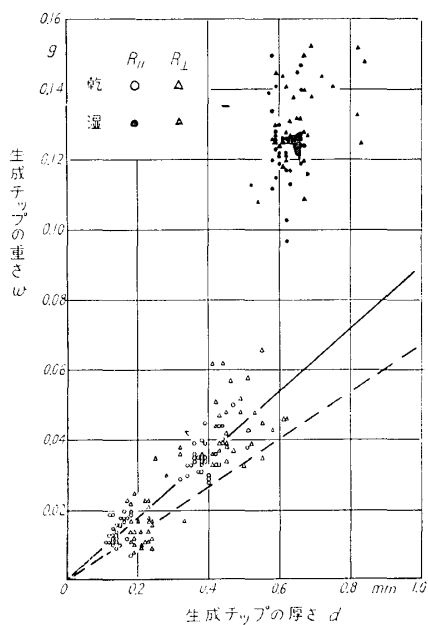


図8. 実験1で得られたヒノキのチップの重さ
試験片の気乾密度：0.42g/cm³，含水率：乾燥材16.7%，湿潤材211%

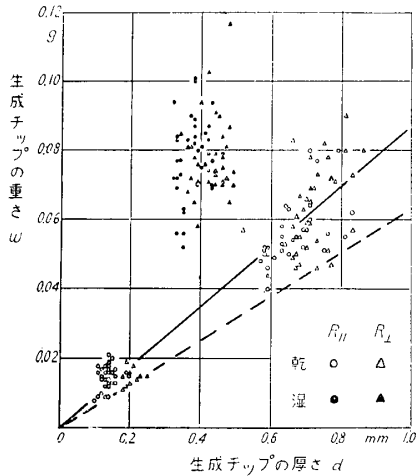


図9. 実験1で得られたラワンチップの重さ
試験片の気乾密度：0.41g/cm³，含水率：乾燥材17.1%，湿润材228%

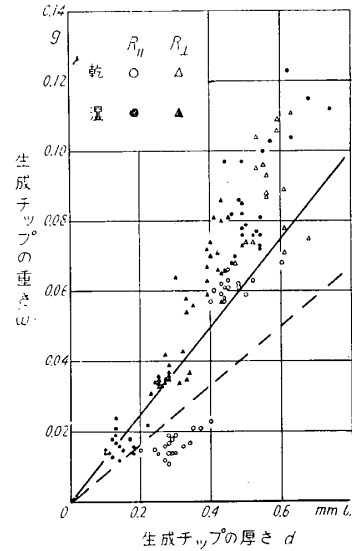


図10. 実験2で得られたブナチップの重さ
試験片の気乾密度：0.60g/cm³，含水率：乾燥材15.6%，湿润材91.0%

て、同一マークの実験値を直線でフィットした。殆どすべての直線が無視できない程の切片を示して縦軸と交わっている。これらの直線を大胆に式で表わせば

$$d = k \cdot d_0 + \delta$$

となる。ここに k は樹種や切削方向などにより決まる定数、 δ は d_0 に無関係な切削条件の影響に関する項と考えられる。

木材は切削されると一般に容積にして2～4倍になると言われている。従つて等方性を仮定するならば、生成チップの厚さ d は切り込み深さ d_0 の1.26～1.59 ($\sqrt[3]{2} \doteq 1.26, \sqrt[3]{4} \doteq 1.59$) 倍になると考えられ、上式の k の値は

$$1.2 < k < 1.6$$

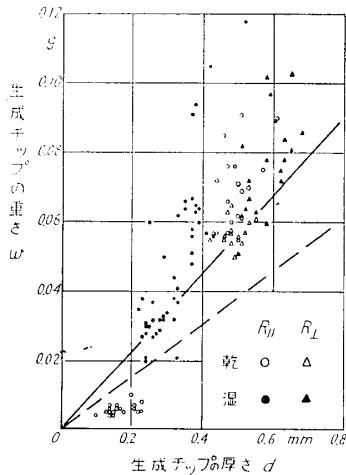


図11. 実験2で得られたヒノキチップの重さ
試験片の気乾密度：0.44g/cm³，含水率：乾燥材16.4%，湿润材121%

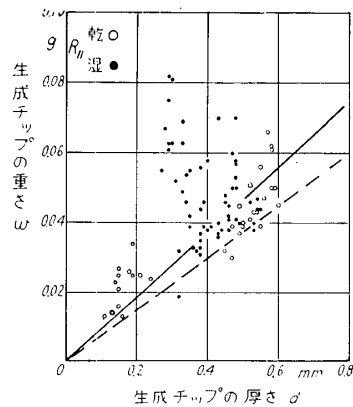


図12. 実験2で得られたマンガシノロチップの厚さ
試験片の気乾密度：0.46g/cm³，含水率：乾燥材14.7%，湿润材109%

と推定される ($d/d_0 = k + \delta/d_0$ において δ/d_0 の値は小であるから)。一方、図1～6において図6の破線の場合を除き k は $1.2 < k < 1.6$ の範囲にある。図1～3で、柀目面切削において木材繊維に平行に切削 ($R_{//}$) しても直角に切削 (R_{\perp}) しても、 k の値は殆ど等しいことは興味深い。

さらに図1～6を概観すると、試験片が乾燥材 (図では中空のマーク) でも、湿潤材 (図では黒いマーク) でも、切り込み深さと生成チップの厚さとの比には大きな差異がないようである。

生成チップの厚さと重さ

生成チップの厚さ d を横座標に、その重さ w を縦座標にとり実測値をプロットした (図7～12)。

実験1 (図7～9) ではすべての切削において切削表面積を 200 mm^2 に一定したから¹⁾、生成チップの重さはその厚さに比例し、原点を通る直線でフィットされる筈である。そこで乾燥材から得られた測定値に対して、最小2乗法により直線を決定した (実線)。また実験2 (図10～12) の結果についても同様にして直線を決定、図示したが、実験値はこの直線にあまりよく適合していない。

図7～12において、黒点は湿潤材から得られた値であるので、乾燥材に対して決定された直線の上方に在るのは当然である。図7～9と比較して、図10～12では乾燥材と湿潤材との差がそれほど著しくないが、湿潤材の含水率 (91%～121%) が前者の場合 (155%～228%) にくらべて、かなり低いためと考えられる。

図7～12の乾燥材に対して引かれた実線の勾配は、切削表面積と試験片の密度との積に一致する筈である。しかし前節で述べたように $d = k \cdot d_0 + \delta$ の関係が存在すると考えられるので、生成チップの密度は母材の密度の略 $1/k$ になつていと推定される。従つて図1～6に示されている直線の勾配を用いて生成チップの密度を修正し、それに基づきチップの重さを計算して破線を引いた。この破線とさきに引いた実線とは重なる筈であるが、図7～12において、実線は破線より上にある。切削作業中観察されたことであるが、生成されるチップは切削工程の終了時にしばしば割れ、そのため生成チップ全体の重さの中にはかなりの「付加重量」が含まれることがある。これが実測値が計算値より上にある大きな原因と考えられる。

生成チップの重さと切削所要エネルギー

最後に、生成チップの重さと切削所要エネルギーについて考察したい。

生成チップの厚さ d と切り込み深さ d_0 との関係は、前述のように $d = k \cdot d_0 + \delta$ であり、また生成チップの重さ w とチップの厚さ d との関係を示す図7～12から、 $w = k' \cdot d$ が得られる。この2式から d を消去すれば

$$w = k'(k \cdot d_0 + \delta)$$

となる。事実、チップの重さ w と切り込み深さ d_0 との関係を一例として図示すると、直線関係にあるとみなせることがわかる (図13)。一方、切削所要エネルギー Q と切り込み深さ d_0 との関係は、本誌¹⁾やその他の文献に報告されているように直線関係にあると考えられる。従つて切削所要エネルギー Q は生成チップの重さ w と直線関係にあると期待されようであ

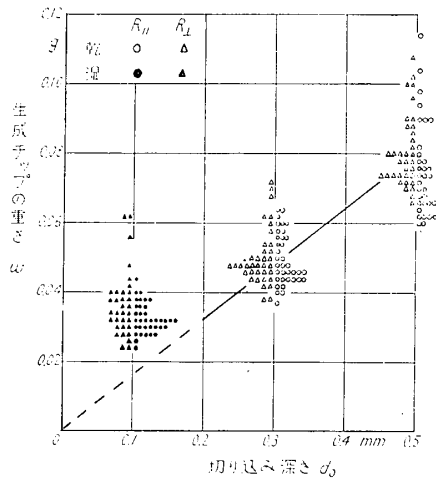


図13. 実験1で得られたブナのチップの重さ
含水率：乾燥材15.9%，湿润材155%

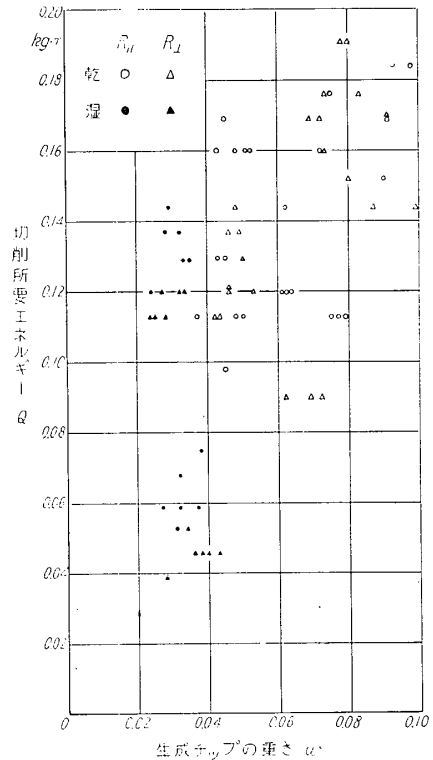


図14. 実験1で測定された切削所要エネルギー
各種切削条件によつて得られたものが混在

る。しかし，図13のデータ（実験1）に対して $Q-w$ 図を描くと図14が得られる。この図にプロットされたデータは各種の試片形状，含水率，切削方向などから得られたものであり，これらの実験因子は本誌¹⁾に述べたように，いずれも切削所要エネルギー Q に影響を及ぼしている。そのため図14には，一定の傾向が見られないものと考えらる。

文 献

1) 野口昌巳，杉原彦一：木材研究 No. 30 : 1 (1963).