せん枝機構に関する研究

農林省茶業試験場 鈴木勝弘・滝谷 洋

Studies on the Pruning Mechanism

By Katsuhiko SUZUKI and Hiroshi TAKIYA

National Research Institute of Tea

1 緒 言

茶樹のせん枝には、往復動刃、回転刃等が用いられているが、特にこれらの機構的な研究は実施されておらず、設計、改良上に大きな支障となっている。そこで著者らは、往復動刃と回転刃について、種々の刃形と切断抵抗との関係を調査した結果、若干の資料を得たので、その概要を報告する。

2 往復動刃のせん枝抵抗

2.1 切断角と切断の影響

2.1.1 試 験 方 法

試験装置は図1に示すごとく、アングルで組立てた枠に刈刃を取り付け、また、枝条固定用の小型万力を装着して等速で移動させる台車を配し、台車の移動はワイヤーロープでけん引した。なお、台車の移動速度は可変速モーターと減速機の組合せにより、また、刈刃の駆動は

図1-1 試 験 装 置 図

図1-2 刈刃の切断角 θ ，くさび角 β

図1-3 静切断時の刈刃と材料

図1-4 材料保持詳細図

可変速モーターを用いて往復数を任意に変えた。

切断抵抗の測定は、刈刃とモーターの中間軸に抵抗線型トルクピックアップ（新興通信工業製 TM-IB型，1 kg・mMax）を配し，さらに動歪計（新興通信工業製 DS6/MTY 型）に接続し，動歪計から電磁オシログラフ（三栄測器製 FR-301 型）に自記させ，低速切断時には 0.1 秒，高速切断時には 0.02 秒間隔の記録波形から，切断時の平均歪量と無負荷時の平均歪量の差を算出して，校正表より切断トルクを求め，さらに切断平均トルク，切断抵抗値を次式により求めた。

切断平均トルク (kg・m) =

$$\frac{\text{切断トルク (kg・m)} \times \text{切断時間 (sec)}}{\text{刃の1回転所要時間 (sec)}}$$

$$\text{切断抵抗 (kg)} = \frac{\text{切断平均トルク (kg・m)}}{\text{刃の半径またはクランク車の半径 (m)}}$$

切断時間の測定は，刈刃と枝条の間に電気回路を形成させ，刈刃と枝条が接触すると短絡する方法で，その電流を電磁オシロに自記させて，その波形幅から切断時間を算出した。

試験は低速切断（静切断）と高速切断に分けて行い，低速切断の場合は，万力で固定した枝条をあらかじめ上刃と下刃の中央部，つまり，刃の長さの中心部（図1-3参照）に位置するように置いて所定の切断速度で切断し，高速切断のときは，台車を移動させる方法により実

施した。

なお，枝条の直径は，切断面の最大・最小と思われる2方向をノギスで測定し，その平均値から切断枝条の直径とした。

試験に用いた刈刃の形状と試験条件は表1，2に示すとおりである。

2. 1. 2 試験結果と考察

1) 低速切断試験

図2は，上刃，下刃ともに同一の刃型で，切断角のみ 10°，30° にかえて切断角が切断時間に及ぼす影響についての結果である。

図2によれば，切断時間は切断速度が 1.7cm/sec 程度のきわめて低い場合には，切断角の影響が大きく現われるが，30cm/sec 以上の速度では両者（10°，30°）の間に大きな差は認められなかった。そこで，1.6，1.7 cm/sec の切断速度における切断時間と切断抵抗の関係を，切断角 10° と 30° の刃で枝条の太さ約 3，5，8 mm のものを切断した場合についてみると，図3にみるとおり，切断角 10° の場合は 30° に比して切断抵抗のピークが早く現われ，ピークを過ぎると急速に弱まり，短かい時間に切断が終了することが認められた。このことは，切断角が 30° となれば切断時に枝条が滑り，逃げの作用が起こるものと考えられる。

表1 低速切断の刈刃と試験条件

項目	切断角	10°			20°			30°		
往復数 cpm		13.1	25.5	54.8	13.0	26.5	55.0	12.8	27.8	55.3
切断速度 cm/sec		1.7	3.4	8.0	1.7	3.3	7.7	1.6	3.2	7.4

注：刃のピッチ：40mm，刃のくさび角 45°，刃の長さ：40mm，刃の厚み：上刃・下刃とも 4.2mm。

表2 高速切断の刈刃と試験条件

切 断 角	10°			20°			30°		
	くさび角 45°								
往 復 数 cpm	1022	804	475	1000	813	482	1000	730	552
切 断 速 度 cm/sec	136.3	107.2	63.3	133.3	108.4	64.3	133.3	97.3	73.6
切 断 ピッチ cm	0.294	0.373	0.63	0.30	0.369	0.622	0.30	0.411	0.543

切 断 角	10°			20°			30°		
	くさび角 35°								
往 復 数 cpm	1066	765	500	1053	678	493	1000	693	463
切 断 速 度 cm/sec	142.1	102.0	66.7	140.4	90.4	65.7	133.3	92.4	61.7
切 断 ピッチ cm	0.281	0.392	0.600	0.285	0.442	0.609	0.30	0.433	0.648

注 枝条移動速度：5cm/sec 刃型は表1と同様

図2 枝条の太さと切断時間

図4は、同様2種の切断角の刃について、切断速度を約1.7, 3.3, 7~8 cm/secの3段階に変えた場合の、枝条の太さと切断抵抗の関係をプロットしたものである。ここでみられるように、切断に要する抵抗値は、切断角、切断速度ともにほとんど影響は認められなかった。ちなみに、各枝条の断面積をプロットすると破線のごとなり、これとほぼ類似な曲線を画くことが認められる。す

なわち、切断条件等はほとんど影響がなく、枝条の断面積に比例した切断抵抗値を示すものと思われる。

2) 高速切断試験

切断速度と切断時間の関係からみた切断角の影響は、測定値にバラツキが大きくて判然としなかった。この原因は、低速時の切断と異なり、万力に固定された枝条を移動させて切断するため、刈刃の先端で切断されたり、

図 3 切断時間と切断抵抗

図 4 切断速度と切断抵抗

タイミングよく刃の中央部で切断が行われたり、種々の状況が考えられるが、このことに原因しているものと思われる。また、切断角と切断抵抗の関係についても、切断速度が速くなるほど切断抵抗が減少する傾向は認められるが、切断角の影響については、前述の理由からと推定されるが、やはりバラツキが大きく明らかでなかった。

2.2 くさび角の影響

2.2.1 試験方法

前記と同様の測定装置と計測法により、表3に示すときくさび角の異なる5種の刈刃と、切断角の異なる2種の刈刃を用い、供試材料の均質性から茶樹の枝条の外に、直径2.8mmの塩ビ製ロープを切断し、その抵抗を測定した。

表3 供試刈刃と供試材料

上 刃		下 刃	
切 断 角	くさび角	切 断 角	くさび角
10°	45°	10°	45°
20°	25°	20°	25°
"	35°	"	35°
"	45°	"	45°
"	55°	"	55°
"	65°	"	65°
30°	45°	30°	45°

塩ビロープ 2.8mm
枝 条 3～8mm
切断速度 0.27cm/sec

2.2.2 試験結果と考察

1) 上刃、下刃の切断角、くさび角が同一の場合

測定結果を表4、図5に示す。枝条については表4にみられるとおり、比較的細い部分においてくさび角が45°、55°がやや高い値を示しているが、枝条の太さが5mm以上となればくさび角の影響は明らかでない。なお、切断された枝条の切口を観察すると、くさび角55°、65°では枝条の太さ6mm以上の切口は粗雑となり、65°では6.5mm以上の枝条の完全な切断はできなかった。しかし、塩ビ製ロープを用いての試験では、図5にみられるようにくさび角が大となるほど徐々に切断抵抗が増す結果が得られた。

2) 下刃の切断角、くさび角一定で、上刃のくさび角を変えた場合

切断角10°と30°、くさび角45°の一定の下刃を用い、上刃の切断角20°で、くさび角をそれぞれ25°～65°まで10°ずつ変えた場合の結果を表5に示す。またこの結果を分散分析したところ、上刃くさび角 ($F=897.4^{***}$),

表4 切断角、くさび角同一の測定結果

項目 くさ び角	枝条直径 mm	切断時間 sec	平均トルク kg・m	切断抵抗 kg
25°	3.00	1.31	0.068	0.258
	3.65	1.61	0.114	0.520
	4.10	1.56	0.086	0.390
	5.10	1.90	0.540	2.96
	6.25	2.24	0.368	2.43
	6.55	2.39	0.404	2.85
	7.85	2.97	0.647	5.38
	8.00	3.64	0.583	5.94
35°	8.00	2.74	0.581	4.45
	3.20	0.98	0.081	0.223
	3.80	1.65	0.089	0.370
	4.50	1.49	0.132	0.56
	6.25	2.14	0.381	2.28
	6.40	2.89	0.350	2.83
	6.50	2.25	0.376	2.37
	7.80	2.99	0.600	4.94
45°	8.10	3.56	0.495	4.86
	8.15	2.84	0.496	3.88
	3.65	2.70	0.164	1.19
	3.90	2.66	0.188	1.35
	4.05	2.65	0.173	1.25
	5.55	2.97	0.305	2.45
	5.60	2.79	0.266	2.01
	5.75	2.91	0.290	2.28
55°	7.00	2.80	0.359	2.77
	7.60	3.36	0.357	3.30
	7.70	3.36	0.498	4.61
	3.55	1.76	0.141	0.65
	3.70	2.13	0.123	0.69
	4.00	1.46	0.125	0.46
	4.55	1.95	0.188	0.99
	4.80	1.91	0.196	1.01
65°	4.90	2.11	0.185	1.05
	7.80	3.22	0.563	4.87
	7.95	3.28	0.406	3.88
	8.15	2.44	0.550	3.92

切断角 20° 切断速度 0.27cm/sec
切断材料 塩ビロープ 2.8mm

図5 上刃・下刃の切断角・くさび角が同一の刈刃と切断抵抗 くさび角の影響

表5 下刃のくさび角一定の測定結果 (塩ビロープ)

項目 上刃 くさび角	切断時間 sec	平均トルク kg・m	切断抵抗 kg
25°	0.215	0.0319	0.196
35°	0.283	0.0475	0.366
45°	0.228	0.0690	0.596
55°	0.329	0.0450	0.401
65°	0.372	0.0534	0.570
25°	0.256	0.035	0.241
35°	0.260	0.048	0.324
45°	0.328	0.043	0.370
55°	0.297	0.049	0.357
65°	0.459	0.0332	0.390

注 1 上刃切断角 20°
 2 下刃の切断角 上段 10° 下段30°
 3 刈刃の切断速度 0.27cm/sec
 4 3反復の平均値

下刃切断角 ($F=754.9^{***}$), 交互作用 ($F=233.3^{***}$)
 とともに高い水準で有意性が認められ, 上刃のくさび角が
 大きくなるほど切断抵抗は増加し, その傾向は切断角が
 10° 区のほうが顕著であり, また切断抵抗も高い値を示
 した。

3) 上刃の切断角, くさび角を一定とし, 下刃のくさ
 び角を変えた場合。

上刃の切断角を 10°, 30°, くさび角を 45° として, 下
 刃のくさび角を変えて測定した結果を表6および図6に
 示す。

表6および図6によれば, 上刃の切断角が 10° の場合
 は, 下刃のくさび角が大きくなるにしたがって, 切断抵
 抗は急激に増加する。しかし, 上刃の切断角 30° につい
 ては, 傾向的には同様であるが 10° に比較すれば微弱で

表6 上刃のくさび角一定の測定結果 (塩ビロープ)

項目 下刃 くさび角	切断時間 sec	平均トルク kg・m	切断抵抗 kg
25°	0.227	0.027	0.173
35°	0.275	0.037	0.271
45°	0.297	0.055	0.401
55°	0.288	0.062	0.509
65°	0.309	0.071	0.553
25°	0.368	0.027	0.267
35°	0.445	0.030	0.340
45°	0.365	0.034	0.335
55°	0.391	0.032	0.360
65°	0.358	0.039	0.400

注 1 上刃の切断角 上段10° 下段30° くさび角は45°
 2 下刃の切断角 20°
 3 刈刃の切断速度 0.27cm/sec
 4 3反復の平均値

表7 分散分析表

要 因	平方和	自由度	不偏分散	分散比
下刃くさび角	0.25009	4	0.06252	2084.0***
上刃切断角	0.01261	1	0.01261	420.3***
下刃 × 上刃	0.08273	4	0.02068	689.3***
残 差	0.00059	20	0.00003	
総 計	0.34602	29		

ある。また, 分散分析の結果は表7のとおりで, いずれ
 も高い水準で有意性が認められる。切断時間については,
 上刃の切断角 30° のほうが 10° に比べて長いことが表6
 から指摘され, なおかつ上刃のくさび角を変えた場合よ

図 6 下刃のくさび角と切断抵抗

りも長いことが認められた (表 5 参照)。このことは、切断角が増すと切断時に材料の逃げが生じることに原因するものと考えられる。したがって可動刃のくさび角を変えたほうが逃げは少なくなるものと考えられる。

以上は測定結果の一部であるが、これから上刃と下刃のくさび角が 45° の場合を抽出して、切断角と切断抵抗の関係を図示すれば図 7 のごとくになり、切断角が大きくなるほど切断抵抗値は減少し、切断角の影響が認められる。また、くさび角の切断抵抗に及ぼす影響は、上刃、下刃ともに同一刃型の試験結果 (図 5 参照) でも明かなように、くさび角が大きくなるほど切断抵抗も増大することが認められた。

以上のことから、切断角は大きく、くさび角が小さい刃型がよいものと思われるが、切断角が 30° では枝条の太さが増すほど、切断時に枝条が刈刃の縁辺に沿って逃げる傾向が認められる。また、くさび角が増しても同様

の傾向であるため、これらの点を勘案すると、切断角は最大 25°、くさび角は 45° 以下が望ましいものとする。なお、切断抵抗の値には上刃のくさび角を変える場合と逆に下刃のくさび角を変えた両者間には大差ないものの、切断時間の面からすれば、下刃 (固定刃) のくさび角の影響よりも、上刃 (可動刃) のくさび角の影響のほうが少なく、また、ここには示さなかったが、最高切断抵抗値で比較すれば、下刃のくさび角を変えた場合のほうが高い抵抗値であることが認められており、このことから判断して、上・下刃の刃型を変える場合には、上刃のくさび角を小さくしたほうがよいものと思われる。

2. 3 刈刃の焼入れ硬度と切断抵抗

2. 3. 1 試 験 方 法

刈刃の硬度と切断抵抗の関係を検討するために、切断角 20°、くさび角 35° の往復動刃を用い、表 8 に示すよう

図 7 上刃・下刃のくさび角 45° の切断抵抗

表 8 刈刃の硬度 (RC)

種 別	刈 刃	上 刃	下 刃
1		56.1	61.3
2		61.8	62.5
3		24.0	26.0

図 8 硬 度 の 測 定 点

に 3 種の焼入れ硬度とし、ポリウレタン製ロープおよび茶樹の枝条を前述の装置により、1本ずつ万力に固定させて切断して切断抵抗を測定した。また、刈刃は高周波焼入れとし、上刃、下刃ともにナイフ 5 本について図 8 に示す位置をビッカース試験機により、それぞれ測定し、その平均値からロックウェル C に換算して硬度とした。

2. 3. 2 試験結果と考察

表 9 に 1 回の試験に枝条 50 本を切断した 20 回の各平均値を示し、図 9 には表 9 の結果を切断した枝条の累積切断面積と切断抵抗との関係で示した。

図 9 にみられるように、切断した枝条が多くなると、硬度による影響が明らかに認められる。すなわち、刈刃 3 の RC 24~26 の硬度では、切断面積が多くなるにしたがって切断抵抗の増大が顕著で、切れ味の低下が明らかに認められる。また、刈刃 1 についても上刃に RC 54.1 が用いられていることにより、刈刃 2 の刃よりも切れ味の低下が認められる。特に硬度の低い刈刃 3 の刃につい

表 9 測 定 結 果

刈刃 項目 回数	1					2					3				
	最小直径 mm	最大直径 mm	平均直径 mm	平均断面 面積 mm ²	切断抵抗 kg	最小直径 mm	最大直径 mm	平均直径 mm	平均断面 面積 mm ²	切断抵抗 kg	最小直径 mm	最大直径 mm	平均直径 mm	平均断面 面積 mm ²	切断抵抗 kg
1	4.15	14.90	8.30	54.08	7.4	3.50	14.15	8.35	54.73	7.9	4.25	9.1	6.67	34.92	7.8
2	3.35	14.65	8.33	54.47	7.5	4.40	13.70	8.39	55.26	7.9	4.10	10.75	6.85	36.83	8.0
3	3.35	13.95	7.88	48.74	7.5	4.55	14.10	8.75	60.10	8.0	4.25	11.80	7.25	41.26	8.1
4	3.90	15.05	6.70	35.24	7.4	4.60	14.80	8.59	57.92	8.0	3.80	11.10	6.89	37.26	8.3
5	3.70	14.40	8.48	56.45	7.6	3.70	15.85	9.10	65.01	8.1	4.05	10.25	7.26	41.38	7.9
6	3.35	15.20	8.12	51.76	7.6	5.40	16.55	9.44	69.95	8.2	4.05	11.75	7.39	42.87	8.9
7	3.50	15.40	8.49	56.58	7.6	4.35	15.30	8.83	61.21	8.2	3.40	9.10	6.36	31.75	8.5
8	3.25	14.15	8.34	54.60	7.6	4.00	13.85	8.55	57.39	8.2	4.05	12.90	7.01	38.57	8.7
9	3.40	15.65	8.13	51.89	7.8	4.45	16.00	9.00	63.59	8.0	4.10	12.25	7.73	46.91	8.6
10	3.00	12.85	8.23	53.17	7.9	4.40	15.40	8.06	51.00	8.2	3.75	11.90	7.49	44.04	8.9
11	3.20	15.25	8.63	58.46	8.0	5.25	14.80	8.92	62.46	8.1	4.10	11.40	7.87	48.62	9.2
12	4.20	14.70	8.63	58.46	8.2	4.10	12.25	7.91	49.12	8.2	3.90	11.05	7.38	42.41	8.9
13	3.80	14.45	7.89	48.87	8.2	4.25	13.80	8.74	59.96	8.5	3.10	12.50	7.98	49.99	10.0
14	2.95	14.15	7.86	48.50	8.1	3.45	14.35	8.48	56.45	8.3	3.95	12.90	7.65	45.94	9.2
15	3.25	14.10	7.42	43.22	8.3	3.75	14.90	8.40	55.39	8.3	4.20	13.05	7.91	49.12	9.2
16	3.30	13.75	7.35	42.41	8.7	3.50	14.75	8.58	57.79	8.4	3.80	12.50	7.95	49.61	10.3
17	3.35	14.10	8.00	50.24	8.5	3.45	14.90	8.51	56.85	8.5	3.95	12.60	8.38	55.13	10.7
18	4.25	14.25	8.03	50.62	9.0	4.90	14.70	8.46	56.18	8.6	4.55	13.40	8.34	54.60	10.6
19	3.90	14.15	8.54	57.25	8.9	3.25	14.80	8.42	55.65	8.7	4.30	11.90	7.45	43.57	10.9
20	3.85	15.25	9.03	64.01	9.0	3.45	13.80	8.23	53.17	8.6	4.70	13.95	8.89	62.04	10.7

注：刈刃の切断ピッチ 0.72cm, 1 回 50 本の測定

図9 硬 度 と 切 断 抵 抗

ては、肉眼でも ナイフエッジ部が凹状を呈していることが観察された。

モーア、コンバイン等草あるいは稲、麦用刈刃の焼入れ硬度は RC 60 以下が用いられているようであるが、茶樹の枝条等相当硬いものの切断用の刈刃としては、切断した枝条の本数が少ないので断言はできないが、少なくとも RC 60 以上の焼入れ硬度がないと、刈刃の耐摩耗性が少なく、切れ味の低下をきたし易いものと思われる。

3 回転刃によるせん枝抵抗の測定

3.1 試 験 方 法

往復動刃に用いた試験装置および方法により、表 10 に示すような条件により、ポリウレタン製ロープと枝条を供試して、刈刃の切断角(図 10 参照)と切断抵抗の関係について試験した。刈刃の切断角は表 10 に示す 3 段階とし、刈刃の回転数の計測は、切断が行われている時点で、光電式ピックアップおよびトランジスタ式自動計数器(小野測器製 QA-5 型)で行った。また、刈刃の摩

耗による切れ味の低下を防止するため、所定の試験が終了した時点で刈刃の研磨を行った。

表10 試 験 条 件

項 目 切断角度	回 転 数 r. p. m	切 断 速 度 m/sec
0°	1000	12.75
	2000	25.49
	3000	38.23
4°	1000	12.48
	2000	24.97
	3000	37.45
8°	1000	12.72
	2000	25.44
	3000	38.15

図10 供試刈刃 θ : 切断角

3.2 試験結果と考察

表11にポリウレタン製ロープの測定結果を、図11, 12, 13にそれぞれ切断角と切断時間、切断角と切断抵抗および切断速度と切断抵抗の関係を示した。

切断時間は、切断角が大きくなれば徐々に増す結果となり、このことは、切断角が増すことにより切断材料の滑りあるいは逃げが生じるためと思われる。しかし、高速回転となり、切断速度がきわめて早くなれば、この傾向は微弱となる（図11参照）。また、切断角と切断抵抗の関係は、図12にみられるように、3,000 r.p.m 区については、切断角の影響はほとんどないが、1,000, 2,000 r.p.m 区では、切断角が増すと切断抵抗の増大が顕著となる。また、切断速度が増せば、図13でもわかるように、切断抵抗は減少することが顕著に認められた。

次に枝条の切断により、切断角の影響をみると、図14に示すように、切断条件と切断抵抗の間には顕著な差が認められる。図14の切断条件として切断ピッチはいずれ

図11 切断角の影響

表11 測定結果（ポリウレタンロープ3反復平均）

項目 切断角	刈刃回転数 r.p.m	材料移動速度 cm/sec	切断時間 sec	切断抵抗 kg
0°	1000	10	0.096	0.074
		20	0.047	0.054
		30	0.037	0.043
	2000	10	0.085	0.052
		20	0.061	0.030
		30	0.043	0.024
	3000	10	0.038	0.030
		20	0.018	0.012
		30	0.019	0.009
4°	1000	10	0.126	0.082
		20	0.076	0.063
		30	0.056	0.052
	2000	10	0.089	0.079
		20	0.057	0.054
		30	0.051	0.036
	3000	10	0.031	0.017
		20	0.027	0.016
		30	0.023	0.015
8°	1000	10	0.143	0.161
		20	0.086	0.085
		30	0.074	0.058
	2000	10	0.138	0.145
		20	0.075	0.072
		30	0.073	0.056
	3000	10	0.048	0.026
		20	0.040	0.024
		30	0.027	0.017

も0.1cmであるが、このように切断抵抗に差が生ずることは、切断速度が早くなれば、切断抵抗も減少することを意味しており、前述の塩ビ製ロープの試験結果と合致している。

切断ピッチが切断抵抗に及ぼす影響については、図15にみるとおり、切断ピッチが増すほど、切断抵抗は減少することが認められた。

以上のことから、回転刃の切断抵抗に及ぼす影響については、切断角、切断ピッチ等よりも回転数の影響、つまり、切断速度の影響のほうが大であることが認められた。また、往復動刃の硬度による切断抵抗の増大と併せ

図12 切断角の影響

図13 切断速度の影響

図14 切断角の影響

図15 切断ピッチと切断抵抗

考えると刈刃の研摩と切断による摩耗による切味の低下が影響することも考慮すべきことと思われる。なお、刃数の問題、くさび角等については詳細な検討がなされていないので、結論を出すことはさしひかえるが、刃数6, 8, 12, 16, 40, 150枚について、ほ場における予備調査段階で、刃数6~12枚の範囲が作業の容易性、切断面の状態等について良好な結果を得ていることを付記する。

なお、本試験を実施するにあたり、終始ご協力、ご指導を仰いだ内田刃物工業株式会社、久能前機械研究室長ならびに機械研究室員の各位に深く謝意を表する。

4 摘 要

往復動刃、回転刃について種々の検討を加えた結果、次のごとき成果を得た。

- 1 往復動刃の切断角が大きくなるほど切断抵抗は減

少するが、一方切断時に切断材料が逃げる傾向が増す。

- 2 往復動刃のくさび角が増すと、切断抵抗も増大する。

- 3 刈刃の焼入れ硬度は耐摩耗性に大きく影響を及ぼすため、少なくともRC 60以上の必要性が認められた。

- 4 回転刃については、切断角、切断ピッチ等よりも、切断速度のほうが、切断抵抗に及ぼす影響が大である。

5 文 献

- 1) 中川健治：三重大学農学部学術報告，No. 32，pp. 73~83 (1966)。
- 2) 江崎春雄：刈取機の研究と実際（新農林社）p. 67 (1956)。

(Nov. 5, 1976)