クリのクリタマバチ抵抗性に関する研究 (第7報)

感受性および抵抗性品種の茎のカルス形成におよぼすクリタマバチ幼虫抽出液、オーキシンおよびサイトカイニンの影響

松井 鑄一郎*・鳥 潟 博 高

(名古屋大学農学部)

Studies on the Resistance of Chestnut Trees (*Castanea spp.*) to Chestnut Gall Wasps (*Dryocosmus kuriphilus* YASUMATSU)

VII. Effects of the Larval Extract of Gall Wasps, Auxins and a Cytokinin on Callus Formation from Stems of the Susceptible and Resistant Varieties

Shuichiro MATSUI and Hirotaka TORIKATA

Faculty of Agriculture, Nagoya University, Chikusa, Nagoya

Summary

Callus formation from stems, leaf stipules and leaf veins of gall wasp-susceptible and —resistant chestnut trees was studied to clarify the difference in gall growth induced by wasps in both varieties.

Comparing with the susceptible variety “ne-17”, the resistant variety “Ginyose” showed equal or greater callus formation when their tissues were cultured on media containing auxins or cytokinin. Further, there were no differences between several susceptible and resistant varieties with regard to callus formation from young stems on the same media as above or on a medium containing the larval extract. A similar result was obtained from the growth of sub-cultured callus derived from stems of these varieties.

In conclusion, it can be said that callus formation from young tissues of chestnut varieties in response to plant hormones has no relationship to their susceptibility or resistance to gall wasps.

緒 言

クリ品種がクリタマバチに対して抵抗性を発現する要因の1つとして、抵抗性品種ではクリタマバチ幼虫がゴール組織内にとりこまれる8月下旬頃よりゴール組織と健全組織の境界部にえ死組織が形成され始める(5)。しかもこれが形成されたゴールの発育は感受性品種のゴールより劣る(5.7)。当初より抵抗性品種は感受性品種よりゴールの発育不良の傾向は認められるものの、かつ変え死組織の形成によるゴールへの栄養補給の阻害がこの相違の生じたもつとも大きな原因であろう(7)。すなわち、え死は維管束周辺柔組織より始まり、順次維管束におよぶこと(7)、ゴール内の幼虫の発育は抵抗性品種で劣っていること(5.7)、10月以降のゴール組織の hyper-

plasia も同様に劣っていること(5.7)、萌芽時のアミノ酸、糖含量でも著しい差異があること(10)などがその理由としてあげられる。しかし一方では抵抗性と感受性品種には組織のゴール形成の難易に差異があり、これが要因となつてゴールの大きさの差として現われる可能性が考えられる。あるいはまた、クリタマバチ幼虫がなんらかの作用物質、おそらくはサイトカイニン様のゴール誘導物質を含み(6,8,9)、さらにトリプトファンと思われるアベナ活性を示す物質を有する(6)ので、これらの物質に対する反応が抵抗性と感受性品種で異なるのかも知れない。

ゴール形成とカルス形成を同一の範ちゆうの作用によるものと考えてよいかは多くの疑問があるが、両者は似た点を多くもつている。また実際にゴール形成が起るのは冬芽内の種々の器官であるが、カルス形成の容易な器

1973年9月7日 受理

* 現 岐阜大学農学部

官は茎である。本報告では手法的により容易である茎や葉組織を使用し、種々の植物生長調整剤およびクリタマバチ幼虫抽出液などによる感受性および抵抗性品種のカルス形成の難易を明らかにして、クリのクリタマバチ抵抗性発現機構の追究の一助とした。

材料および方法

供試品種はおもに ね-17 (感受性) と銀寄 (抵抗性) とした。他に霜被, 大正早生, 芳養玉, 中生丹波の感受性 4 品種と銀鈴, 有摩, 筑波, 伊吹, 乙宗の抵抗性 5 品種を用いた。材料の採取は新しょうが 5cm 以上伸長した 4 月 26 日から始めて 7 月 15 日に打ち切った。用いた器官は葉中央脈(葉脈), 葉柄および茎であった。茎は組織の age を考慮し, 若い展開中の葉をもつ茎とやや成熟した茎(カミソリの刃で切断可能な木化程度を)を用いた。それぞれの組織は 10% クロールカルキで 15 分殺菌し, メスまたはカミソリで 5~7cm の長さに切断し, 2% ショ糖寒天培地で 2 日間前培養後, 雑菌汚染されていない切片を Linsmaier と Skoog の RM '64 培地(3) pH 5.4 を基本培地として, これに有機物(メソイノシトールとチアミンの 2 種, 濃度は Linsmaier と Skoog(3) に同じ), オーキシシンとして IAA および 2,4-D, サイトカイニンとしてカイネチンおよび幼虫抽出液(8) を種々の濃度に加えた培地に植えつけた。1 区 3 フラスコとし, 1 フラスコ当り 3 個の切片を入れた。培養 30 日後生体重を測定した。またそれぞれの品種から得たカルスを継以培養してその生育調査を行なった。

結 果

A. カルス誘導に関する実験

1. 器官によるカルス誘導の差異

これまでの観察によるとゴール形成が順調に進む感受性品種では寄生を受けた宿主組織は葉, 葉柄, 茎の順に奇形化する。これに対し抵抗性品種では定期的に遅速はあるがかつ変え死組織がゴールと健全組織を連絡する維管束系に形成される。その形成部位はゴール組織が葉柄あるいは茎にまで広がった境界部である。したがって, 感受性および抵抗性両品種間にはそれぞれの器官におけるゴール形成の難易が考えられ, それらの器官のカルス誘導にも難易があるように思われたので感受性品種の ね-17, および抵抗性品種の銀寄を用いて器官別のカルス誘導試験を行なった。一般にカルス形成の難易には組織内の栄養, 植物ホルモンの量, 殺菌剤の害作用などが支配していると考えられる。カイネチン存在下で培養した葉脈は 2,4-D 濃度が低い場合(0~0.1 ppm), カルス化せずに枯死するものが多く, 濃度が高くなるとカルスを形成した。他の組織では低濃度の 2,4-D でも枯死するも

Fig. 1. Callus formation from some organs of young stems of susceptible and resistant varieties in chestnut trees in media with 2,4-D in various concentrations and kinetin in 0.2 ppm.

のは少なく, カルスが形成された。カルス形成量は, 銀寄の葉脈の 2,4-D 0.1 ppm 区におけるような枯死数が多く, 残ったもののカルス形成量に極端な差がある例も見られたが, 両品種ともおおむね茎>葉柄>葉脈の順であった(第1図)。また, それぞれの器官のカルス形成に対する 2,4-D の至適濃度は ね-17 ではいずれも 0.5 ppm であるのに対して, 銀寄では葉脈と茎で 0.1, 葉柄で 0.5 ppm であった。また至適濃度におけるカルス形成量はどの器官についても抵抗性品種である銀寄が優れていた。

2. オーキシシンによるカルス誘導

2,4-D の効果を第2図に示した。カイネチン無添加培地では ね-17, 銀寄両品種とも至適濃度は 0.1 ppm であつたが, カルス形成量は ね-17 の方が優れていた。カイネチン添加によつて ね-17 の至適濃度は 0.5 ppm に上がり, 銀寄では 0.1 ppm と変わらないが 0.5 ppm における形成量も 0.1 ppm と大差がなかつた。つまりオーキシンの高濃度におけるカルスの発育阻害はカイネチンによつて緩和されるものと思われる。同様のことはタバコカルスについても認められている(2)。この場合のカルスの形成量は第1図の場合と同様に銀寄の方が優れていた。

合成オーキシシンである 2,4-D と天然に存在する IAA の効果をカイネチン共存下と比較すると第3図のとおりであつた。材料にやや成熟した茎を使用したのが 2,4-D の場合は第2図のカイネチン添加区とはほぼ同じ傾向を示した。IAA の効果は低濃度では少なく, 0.5 ppm 以上でみ

Fig. 2. Effect of 2,4-D on callus formation from young stems of susceptible and resistant varieties in the chestnut trees on media with or without kinetin in 0.2 ppm.

られ、至適濃度は2,4-Dの場合よりね-17で10倍、銀寄では20倍であるから両品種とも10倍以上高かった。

3. カイネチンによるカルス誘導

2,4-D無添加培地において、カイネチンはカルス誘導およびその発育を促進する効果がみられた(第4図)。その至適濃度はね-17、銀寄ともに1ppmであり、これ以上の濃度は生育阻害を示した。ね-17と銀寄の反応の差異は前者が低濃度においてもよくカルス形成したのに対し、至適濃度以上では後者が優れていた。一方、2,4-D添加培地ではカイネチンの促進効果はみられず、カイネチン濃度が高まるにつれて阻害作用が著しくなった。また、2,4-D添加培地ではいずれのカイネチン濃度でも銀寄のほうがね-17よりカルス形成が優れていた。

4. オーキシシンおよび幼虫抽出液によるカルス誘導の感受性および抵抗性品種間差異

前項までの結果において、抵抗性品種銀寄は感受性品種ね-17よりオーキシシンとカイネチンによるカルス形成能力が大であった。これは想定された結果と逆になった。一方、クリタマバチ幼虫のもつゴール誘導物質に対する反応をみると第5報で示したとおり、感受性、抵抗性両品種ともにクリタマバチ幼虫抽出液添加培地では対照に比べ著しいカルス形成量の増加を示したが、この場合は前者が優れていた。したがってね-17や銀寄の示すオーキシシン、カイネチンあるいはクリタマバチ幼虫抽出液に対する反応は感受性あるいは抵抗性品種すべてに共通する属性であるか、品種個々の性質によるものかを明確に

Fig. 3. Difference of callus formation from slightly matured stems on media with IAA or 2,4-D and with kinetin in 0.2 ppm.

Fig. 4. Effect of kinetin on callus formation from young stems of susceptible and resistant varieties in the chestnut trees on media with and without 2,4-D in 0.5 ppm.

する必要があると考え、他の品種についても調査した。この場合2,4-DはIAAの植物体による酵素的分解の有無と対比させるために使用した。この結果を第1表に示した。対照区において感受性品種の中にも霜被や大正早生のようにカルス形成量の少ないものが存在する一方、抵抗性品種でも銀寄を最高にして1~2の品種でかなりのカルス形成を示し、両者間に統計的な有意差はなかった。ついでIAA 5ppmと2,4-D 0.5ppmにおける平均カルス形成量は抵抗性品種のほうが少ないものの、中には筑波などのように感受性品種の霜被や大正早生に劣らないほどの形成量を示す品種が存在した。逆に、幼虫抽出液による効果は平均値でみた場合抵抗性品

Table 1. Effect of auxins and the wasp extract on callus formation from young stems of the susceptible and resistant varieties. (mg fresh weight)

	Cont.	I A A		2, 4-D 0.5 ppm	Wasp extract	
		0.5 ppm	5 ppm		1/200	1/20
Susceptible var.						
Shimokatsugi	35	147	473	254	50	
Taishowase	55	155	318	335	101	60 ^z
ne-17	141	321	570	160	175	
Hayadama	112	232	799	318	327	39 ^y
Nakatetanba	145	272	638	226	257	238
Av.	97.8	225.4	559.6	258.6	182.0	112.7
Resistant var.						
Ginrei	138	324	508	176	431	108 ^y
Arima	44	273	442	291	209	110 ^y
Tsukuba	151		515	281	339	325
Ibuki	146		302		138	38 ^y
Otomune	18	178	28	25	127	
Ginyose	204	248	383	114	244	93 ^y
Av.	116.8 ns	255.5	363.0 ns	177.4	248.0 ns	134.8

z : 30 to 50% contamination. y : Over 50% contamination. ns : Non significantly different from susceptible varieties.

Table 2. Effect of tryptophan and kinetin on callus formation from young stems of the susceptible and resistant varieties. (mg fresh weight)

	Cont.	Tryptophan 200 ppm	Kinetin 1 ppm
Susceptible var.			
Taishowase	360	391	1133
ne-17	90	796	1517
Hayadama	129	226	673
Nakatetanba	— ^z	— ^z	2210
Av.	193.0	471.0	1383.3
Resistant var.			
Ginrei	847	633	1570
Tsukuba	203	175	872
Arima	49	593	642
Ibuki	— ^z	— ^z	540
Otomune	84		376
Ginyose	1002	576	1785
Av.	437.0 ns	493.3 ns	964.2 ns

z : No callus formation. ns : The same as Table 1.

種のほうが高かった。しかしながら、カルス形成量およびその対照区に対する比についても統計的な有意差はオーキシン、幼虫抽出液とも認められなかった。

また欠測値のある筑波、伊吹の2品種を除いた9品種について分散分析を行なうと、品種間には有意差は認められなかったが、オーキシンおよび幼虫抽出液の処理効果には1%水準で有意差があった。いいかえればクリタマパチ抽出液中には、感受性、抵抗性、とは関係なくすべての品種に作用するような物質が含まれていることが明らかであった。

5. トリプトファンおよびカイネチンによるカルス誘導の感受性および抵抗性品種間差異

前項と同様の観点から、トリプトファンおよびカイネチンの効果を調べた(第2表)。トリプトファンはゴール組織および幼虫虫体中にも存在し、アペナテストに対して活性を示した(6)ので、カルス形成においてもこれがIAAに変化し、作用することも考えられた。培養期間が前項の実験に比べて2週間多いので、平均してカルスの形成量は大になった。対照区において銀寄、銀鈴は極めて良好なカルス形成を示し、前項で形成の劣つた大正早生が比較的大きい数値を示した。トリプトファンの効果は感受性品種では促進的であつたが、抵抗性品種では有摩以外の3品種で阻害的であつた。統計的にはこの処理効果は認められなかったが、カルスの形状が対照に比較して密であることが観察された。カイネチンはいずれの品種に対しても顕著な効果を示し、統計的にも有意であつた。すなわち、対照と比較して感受性品種で3.1倍以上、平均7.1倍、抵抗性品種で1.8倍以上、平均2.0倍であつた。感受性、抵抗性品種間の差異は対照区においては抵抗性品種が、カイネチン添加培地では感受性品種が平均してカルス形成能力が大である傾向がうかがえたが、両品種群とも数値の振れが大きく、統計的な有意差は認めることができなかった。

B. カルスの生育に関する実験

1. 培地 pH の効果

ね-17の継代培養したカルスについて、培地 pH がカルスの生育におよぼす効果を試験した。

Fig. 5. Effect of the pH on callus growth on media with and without IAA in 1ppm and kinetin in 0.2ppm.

植物生長調節物質を含まない対照区の培地では、pHとカルスの発育の間に一定の関係がみられず、IAAとカイネチンをそれぞれ 1ppm と 0.2ppm を含む培地では至適 pH は 6.2 にあつた。またこの培地では pH が 5.4～6.6 の範囲にあれば比較的よい生育を示した（第5図）。

2. 茎の age とカルスの生育

新しうおよび 1 年性枝より発生したカルスを 4 代継続して培養し、それを使つて両者のカルスの生育量を比較したところ、もとの組織の age によつて差異が生じた（第3表）。すなわち、ね-17、銀寄両品種ともに古い組織に由来したカルスのほうが植物生長調節物質の添加、無添加にかかわらず生育が優れていた。しかし、植物生長調節物質の添加によるカルスの増加率（第3表中 +KD/-KD）では大きな差異は認められなかつた。

3. 感受性および抵抗性品種より発生したカルスの生育におよぼすオーキシンおよび幼虫抽出液の効果

前項 A-4 の多数の品種を供試したオーキシン添加、無添加培地の実験結果からは、感受性品種と抵抗性品種の茎のカルス誘導に差異があると結論できなかつた。そこでこれらの品種の茎からえたカルスを継代培養してその発育に対するオーキシンの効果を実験した。結果は第4表に示すようにカルス誘導の場合とほぼ同じであつた。すなわち、霜被、大正早生は継代培養したカルスでも生育が劣つた。一方、銀寄などは抵抗性品種でありながらカルスの生育は良好であつた。感受性と抵抗性品種の平均生育量を

Table 3. Growth response of callus derived from current and one year-old shoots to kinetin and 2,4-D (mg fresh weight)

	-KD ^z	+KD ^y	+KD/-KD
ne-17 suscept. var.			
Current shoot	583	1300	2.23
One year-old shoot	700	1633	2.33
Ginyose resistant var.			
Current shoot	517	1412	2.73
One year-old shoot	667	1700	2.55

z : Without kinetin and 2,4-D.

y : With kinetin 0.2ppm and 2,4-D 0.1ppm.

比較すると、すべての区で抵抗性品種のほうが劣つたが統計的な有意差はなかつた。したがつてカルスの生育とクリタマバチに対する抵抗性の強弱とは無関係であるといえよう。

他方、感受性、抵抗性品種群のそれぞれで、品種と処理について分散分析の結果、処理区間に 1% 水準で有意差が認められたことは第1表の場合と同様であつたが、品種間においても有意差（感受性品種 5% 水準、抵抗性品種 1% 水準）があつた。すなわち、オーキシンに対するカルスの生育の差は品種固有の特徴であると見なされた。

つづいて、クリタマバチ幼虫抽出液およびその塩基性分画（8）について各品種のカルスの生育反応をみた。第6図は対照区に対する処理区の生長率で示したものであ

Table 4. Effect of auxins on growth of sub-cultured callus derived from the susceptible and resistant varieties. (mg fresh weight)

	Cont.	I A A		2,4-D
		0.5 ppm	5 ppm	0.1 ppm
Susceptible var.				
Shimokatsugi	172	199	521	995
Taishowase	118	312	498	418
ne-17	470	541	886	793
Hayadama	165	492	768	634
Nakatetanba	225	626	880	893
Av.	230.0	434.0	710.6	746.6
Resistant var.				
Ginrei	161	462	684	435
Tsukuba	234	259	359	424
Ibuki	99	261	484	501
Arima	291	269	512	648
Otomune	155	257	513	713
Ginyose	427	489	842	887
Av.	227.8 ns	332.8 ns	565.7 ns	610.3 ns

ns : The same as Table 1.

Fig. 6. Effect of the wasp extract and its basic fraction on callus growth of susceptible and resistant varieties.

るが、抵抗性品種銀寄は感受性品種4種のほぼ中間の値を示し、クリタマバチ抵抗性とこの幼虫抽出液を含む培地上のカルの生長との間には直接の関係はないように見うけられた。

考 察

抵抗性品種にもクリタマバチによつてゴールが形成されることは、福田ら(1)の研究をはじめ、本研究の第2報(5)、第4報(7)においても明かで、免疫性の品種は存在しないと思われる。しかし、感受性と抵抗性品種間でゴールの発育に差があることは第4報で論議し、そこで2つの理由を提出した。1つは「ゴール肥大能力が元来抵抗性品種は低いのではないか」、他は「ゴールと健全組織間におけるかつ変え死組織の形成の有無が要因になっているのではないか」である。後者は最も確からしい要因と考えられるが、前者が主要な原因をなす可能性もある。この場合、抵抗性品種では感受性品種と比較してゴール誘導物質や植物生長調節物質によるカルス形成量が同一条件、同一濃度ならば少ないか、またはそれらの至適濃度が高い、作用濃度範囲が狭いなどが考えられる。

本実験に供試した抵抗性品種銀寄は現在の栽培種の中では古くから抵抗性の最も強い部類に属するものとして著名であり、抵抗性品種育成の交配親になっているもの(13)である。このような銀寄が本報のそれぞれの実験において、感受性品種と同等かそれ以上のカルス形成量を示した事実から、カルス形成の難易はゴールの発育のそれとは直接関係がないものとみなされる。さらに第5報(8)に示したように、銀寄はね-17と比べ、ゴール誘導物質によるカルス形成が著しく劣っていると判断されなかった。

カルス形成の難易やカルスの発育の良、不良がクリタマバチに対する抵抗力の強弱と平行的でないことは、多数の品種についての実験結果からも確認された。すなわち、IAA, 2,4-D, トリプトファン, カイネチンおよび幼虫抽出液添加培地上の感受性、抵抗性品種のカルス形成やその発育には統計的に有意な差が認められなかった。しかし、これらの処理にクリ組織が反応を示さないのではなく、トリプトファン以外のいずれの処理でもカルス形成あるいはその発育が有意に促進された。いいかえればどのような品種もオーキシン、カイネチンあるいはゴール誘導物質に反応してカルスを形成し、発育するが、その程度は品種固有のもので、クリタマバチに対する抵抗性品種群、あるいは感受性品種群に共通する特性ではないことが明らかになった。

しかしこのようなカルスに関する実験結果をゴール形成の場面に直ちに結びつけるには問題点であろうかとも思われる。たとえば、カルスの場合供試器官は茎であつたが、ゴール形成は分化中の葉組織の肥大から開始する。またその組織のageによつても反応に差異があろう。さらにカルスは単一組織の無定方向への生長を示すが、ゴールの発育は組織だつているなどの違いが存在する。

しかしながら、初めに記したように抵抗性品種でもゴールが形成されることと、各品種のカルス形成あるいはその発育の結果から、クリ品種はいずれも本来、オーキシン、サイトカイニンなどに対して反応を示す素因をもち、その能力は品種により種々の段階はあるものの、ゴールの肥大を左右するほど大きな要因ではないと結論してよいであろう。

著者らはクリタマバチ抵抗性の強弱とクリ組織のゴール化の難易との関係を明らかにする目的でカルス形成を取りあげたため、ゴール組織のカルス化については実験しなかった。この点に関して岡林らは感受性品種の茎およびゴールからのカルス化を試み、両者に著しい差異を認めてはいない(12)。また、同氏らはカルス形成の至適濃度について IAA 10ppm 存在下でカイネチン, 0.1ppm, カイネチン 0.01ppm で IAA 5ppm と報告している。本報告では品種によつて異なるがカイネチン 0.2ppm 存在下で IAA 1~10ppm が至適濃度であり、2,4-D 0.5ppm 存在下ではカイネチン 1ppm 以上ではカルスの発育が阻害され、至適濃度はこれ以下に考えられた。培地、品種、植物生長調節物質の濃度が異つて一概に比較はできないが、岡林らの結果と大差ないように思われる。

要 約

クリタマバチ感受性と抵抗性品種のゴールの発育の難

易を茎などのカルス形成の面と関連づけて検討した。抵抗性品種銀寄は感受性品種ね-17と同等かこれに劣らないカルス形成量を、茎、葉柄、葉脈の材料について、オーキシシン(2,4-DとIAA)やカイネチンを含む培地条件下で示した。このような銀寄のカルス化しやすい性質は本品種固有のもので抵抗性品種に共通する特性でないことが、他の感受性4品種、抵抗性5品種を含めた茎のカルス形成に関する同様な実験結果からも確かめられた。また茎から誘導されたカルス量をみると、クリタマバチ幼虫抽出液中の活性物質に対する感受性、抵抗性両品種の反応の差異は認められなかった。継代培養したカルスの発育におよぼす影響についても同様であった。

いずれのクリ品種もクリタマバチ幼虫中のゴール誘導物質、オーキシシン、カイネチンに反応してクリのカルス形成が促進された。

クリのカルス形成における植物生長調節物質の濃度条件は、ね-17と銀寄についてみると、茎では2,4-D 0.1 ppm, カイネチン 1 ppm が至適濃度で両品種にほとんど差がなく、カイネチンを含むオーキシシン培地では両品種の至適濃度はやや高まり、IAAの効果は2,4-Dに比較して10倍ほど劣った。

謝 辞 本研究を進めるにあたり色々ご指導して下さいました本学付属農場長宗像桂教授にお礼申し上げる。また本学助手吉田重方氏には手法その他技術的なアドバイスをうけた。あわせてお礼申し上げます。

引用文献

1. 福田仁郎・奥代重敬. 1951. クリタマバチに対するクリ品種の抵抗性に関する研究(第1報). 応動雑. 16: 149—156.
2. 加藤幸雄. 1970. 植物組織培養法. 誠文堂新光社. p. 31—33.
3. LINSMAIER, E. M., and F. SKOOG. 1965. Organic growth factor requirements of tobacco cultures. *Physiol. Plantarum* 18: 100—127.
4. 松井鑄一郎・鳥潟博高. 1968. クリのクリタマバチ抵抗性に関する研究(第1報). シバグリ新梢樹皮中のポリフェノール性物質の季節的变化. 園学雑. 37: 95—101.
5. ———・———. 1970. 同上(第2報). クリのクリタマバチ抵抗性とクリの芽の組織化学. *Ibid.* 39: 44—54.
6. ———・———. 1970. 同上(第3報). クリタマバチおよびクリゴール組織中にふくまれる植物ホルモンについて. *Ibid.* 39: 115—123.
7. ———・———. 1972. 同上(第4報). クリタマバチによる感受性および抵抗性品種のゴール形成. *Ibid.* 41: 344—352.
8. ———・———. 1975. 同上(第5報). クリタマバチ幼虫に含まれるサイトカイニン活性物質ならびに幼虫抽出液によるクリのカルス形成. *Ibid.* 43: 415—422.
9. ———・———. 1975. 同上(第6報). クリタマバチ幼虫抽出液によって形成された人工ゴールについて. 44: 213—220.
10. ———・———. 1972. クリのクリタマバチ抵抗性に関する研究(第8報). クリの組織および幼虫中の糖、アミノ酸ならびにカイニン活性について. 園芸学会発表要旨(秋期). p. 60—61.
11. 於保信彦・志村 勲. 1970. クリタマバチの研究経過と最近の被害をめぐる諸問題. 植物防疫. 24: 23—29.
12. OKABAYASHI, M., N. TAKAHASHI, and T. FUKAMI. 1972. Callus induction from insect galls by *Dryocosmus kuriphilus* on chestnut tree. *Agri. Biol. Chem.* 36: 877—879.
13. 志村 勲・金戸橋夫・安野正純・松永普夫. 1971. クリの育種に関する研究Ⅰ. 交配親による優良個体出現率の変異. 園試報. A 10: 1—9.
14. 鳥潟博高・松井鑄一郎. 1966. クリの種および品種によるポリフェノール性物質ならびにその含量とクリタマバチ抵抗性との関係. 園学雑. 35: 89—97.