

9 下山守人・市川久雄：分離年月の異なるイモチ病菌の分生胞子の形成量と病原性について，北陸病害虫研報.， 7； 22～25， 1959.

10 銚谷大節・葉稻熱病の感染型に就いて，枋内・福士 両教授還歴記念論文集， 197～201， 1955.

病害抵抗性におよぼす殺菌剤の影響に関する研究

第 3 報 水稻葉の呼吸作用並びに遊離アミノ酸およびアミド含量におよぼす影響

奈 須 田 和 彦

(福井県農業試験場)

緒 言

前報²²⁻²³⁻²⁵⁻²⁶までにおいて薬剤とくに Phenyl mercuric acetate (以下 PMA と略称) を散布した葉および散布後新しく展開した葉についてイモチ病菌の病斑数が少なくなることや²⁷，窒素代謝におよぼす影響について報告した。この岡本らのいう間接効果については，いわゆる積極的な増強作用とかあるいは消極的な罹病しにくい体質への変化とかが考えられる。いづれにしても作用機構については何ら明らかにされていないが，友永⁴¹⁾・筆者は 1955 年イネ体内の窒素成分の変化について，筆者はさらに 1956 年葉中の遊離アミノ酸およびアミド含量の変化や澱粉の沃度反応，1959 年無機成分の含有率におよぼす影響などの点からこの作用機構の一端を取り上げた。

本報は殺菌剤が水稻葉の呼吸作用，葉中遊離アミノ酸・アミドの含量におよぼす影響についての 2，3 の知見であるが，ここに報告して，諸賢の御批判を願いたい。本報告には既に昭和 32 年 4 月 5 日日本植物病理学会において講演発表を行ったものも含めて登載した。

本文を草するに当たり，ワールブルグ検圧計での呼吸量測定については農林省農業技術研究所において後藤和夫博士，大畑貫一，松本省平の各技官から御教示をいただいた。また供試薬剤は北興化学工業株式会社より御恵与いただいた。夫々記して感謝の意を表する。

I 呼吸作用におよぼす影響

前報²³⁾⁻²⁵⁾において殺菌剤を散布した葉や新しく展開した葉の窒素成分，無機成分に変化のあることを報告したが，このような変化をきたすことは呼吸作用などの生理的な面にも影響が現われるのではなからうかと考え，1958 年農林省農業技術研究所において実験を行った。

実験方法 愛知旭・関東 54 号を用い精密苗代で育苗し 1958 年 9 月 15 日 1/5000 アールポット (元肥：硫安 2gr，硫加 1gr，過石 4gr，追肥：10 月 28 日硫安 1gr) に 1 株 3 本の 2 点植とし以後 26°C の温室で育成した。薬剤は 11 月 19 日 PMA 10⁻⁴M および標準室内ポルドー 10⁻²M を 1 ポット当り 20cc 散布した。5 日目に最上葉 (散布当時は葉身の半分だけ展開中) から数えて第 2 葉を径 9 mm

のポーラーで打抜き disk とし，ワールブルグ検圧計¹²⁻¹³⁾にて 30°C 暗黒下で 30 分空振り後測定した。

実験結果 pH による影響 dik を 10 枚ワールブルグの容器室内の M/15 磷酸緩衝液の各 pH 液 1ml 中に浮遊させて 30 分空振り後 Q_{o2} を測定した。

第 1 表 Q_{o2} におよぼす pH の影響 (1958)

pH	蒸溜水 (pH5.8)	4.5	5.3	6.2	7.0	8.0
Q _{o2}	2.04	2.41	2.38	2.39	2.42	2.38

測定日 10月23日
品 種 愛 知 旭

その結果は第 1 表の通りである。これによれば，pH の影響は 4.5～8.0 の間ではみられなかつた。蒸溜水の場合にはやや低下した。

〔薬剤散布による呼吸量の変化〕 disk を 10 枚ワールブルグ容器室内に入れ，0.05ml の蒸溜水を注加して湿度を過飽和として測定した。その結果は第 2 表及び第 1 図の通りである。

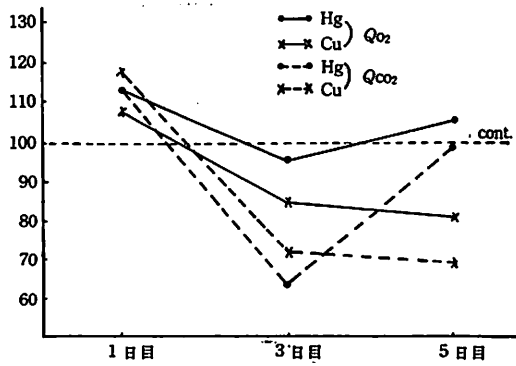
第 2 表 殺菌剤が水稻葉組織の呼吸におよぼす影響 (1958)

代謝速度 および R.Q.	測定日	関 東 54 号			愛 知 旭		
		Cu	Hg	Cont	Cu	Hg	Cont
Q _{o2}	1 日目	3.14	3.01	2.94	3.79	3.98	3.50
	3 日目	2.77	2.58	3.64	2.50	2.85	3.01
	5 日目	2.19	2.66	2.64	1.88	2.42	2.33
Q _{co2}	1 日目	2.93	2.55	2.20	4.19	4.04	3.56
	3 日目	2.09	2.28	3.55	1.97	1.75	2.80
	5 日目	1.90	1.71	3.29	1.38	1.96	2.02
R.Q.	1 日目	0.93	0.85	0.75	1.11	1.02	1.02
	3 日目	0.75	0.88	0.98	0.79	0.61	0.93
	5 日目	0.87	0.64	0.87	0.73	0.81	0.87

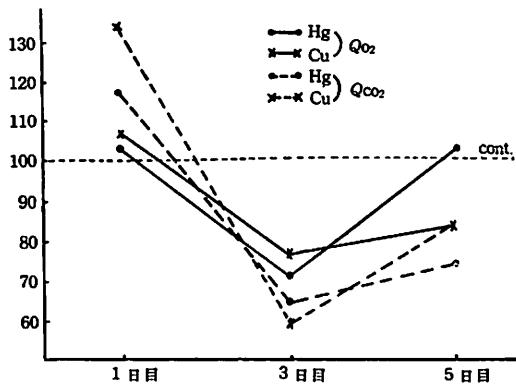
第 2 表および第 1 図の愛知旭について Hg 剤散布は 1 日目は高まり 3 日目ではほぼ無散布と同じ，5 日目ではやや高まる傾向であつた。

同じように第 2 表・第 2 図の関東 54 号では 1 日目はあまり影響がみられない。3 日目では明らかに減少したが，5 日目には回復していた。

これに反して，Cu 剤は 2 品種とも 1 日目はやはり Hg



第1図 銅剤・水銀剤が Q_{O_2} , Q_{CO_2} におよぼす影響 (愛知旭)



第2図 銅剤・水銀剤が Q_{O_2} , Q_{CO_2} におよぼす影響 (関東54号)

と同じく呼吸の高まる傾向であるが、3日目には減少し、5日目では明らかに呼吸妨害を受けていた。

Q_{CO_2} もほぼ同じ傾向を示したが、 Q_{O_2} よりもやや影響が大きく表われていた。

R. Q. もいくらか変化がみられるが、一定の傾向はみられなかった。これについては今後検討したい。

考察 薬剤が果樹の光合成や呼吸におよぼす影響については既に2, 3の報告がなされている。また、水稻に薬剤散布を行った場合の水稲葉の呼吸作用については後藤ら⁷⁾、飯田ら¹⁰⁻¹¹⁾、岡本の報告がある。後藤らはボルドー液散布葉は CO_2 吸収量が低下し、 CO_2 呼出量(呼吸作用)は著るしく増加することを認めている。飯田らもボルドー液は水稻において同化作用を減少させ呼吸作用を増大させる結果を得た。セレンサン石灰は逆に同化作用を増大させ呼吸作用を減少させた。陸稻の場合には水稻の場合とは全く逆の関係であった。岡本らはワールブルグ検圧計での測定では大きい影響はみられなかったと報告している。これらの報告は本報の結果と必ずしも一致していないが、実施方法・条件が全く異なるためかも知れない。飯田らの場合も本試験における一断面に相当するが、第1, 2図のように散布後の時間によつて全く異なる

点からほぼ理解される。

2 水稻葉中の遊離アミノ酸含量におよぼす影響

水稻葉中の遊離アミノ酸含量に変化のあることは既に一部報告したが²¹⁾、さらに薬剤散布後の日数との関係についても研究を試みた。

実験方法 水稻葉中の遊離アミノ酸の含量は鈴木らの方法に準じ³⁴⁾、一般的な方法¹⁵⁻³⁰⁻³¹⁻³³⁾によつて展開発色させ肉眼判定によつて階級をつけた。

すなわち、水稻の所定部位の生葉を3gr採取後、直ちに70~80%アルコール30cc中に細片投入して固定し、その後乳鉢で十分磨碎し東洋濾紙 No. 5A にて濾過し、濾液を自製の減圧装置で40~45°Cの湯煎器上で濃縮し1ccとした。その中0.01ccをクロマト展開用濾紙 No. 50の原点にとり、1次展開はフェノール(0.1%アンモニア20%を含む) 2次展開はブタノール酢酸(ブタノール4:水酢酸1:水5)で行つた。発色は溶媒を風乾後0.1%ニヒドリンブタノール溶液を噴霧し、90°Cに約10分間保ち発色させた。固定は既知アミノ酸の展開または、spotの配列位置およびRfより判定した。^{23), 26)}

なお供試材料は前報と同じものを用いた。すなわち年別方法は次の通りである。²⁵⁾

1956年: 第1報の病斑数との関係調査に用いたのと同じものを供試した。木林氏水耕液でガラス室にて育成し、品種は水稻農林1号を温湯消毒して6月4日播種6月18日ポット内容(2 l)に移植した。1ポット20本1区1ポット3区制とし、葉の採取は各ポットよりほぼ均一に取つた。処置は8月6日Cu剤(撒粉サンボルドー)、Hg剤(セレンサン石灰Hg0.25%)を本葉6~7葉時にポット当たり1grを小型アトマイザーで散布した。試料は8月13日(7日後)および8月20日(14日後)の午前9~10時に採集した。

1959年: 第2報と同じ材料を用いた。関東53号、愛知旭を温湯消毒後精密苗代に8月3日播種し、7月5日3.5葉のときポット(内容2 l)に移植し、ガラス室にて育成した。肥料は元肥として精密苗代では硫酸8gr、過石8gr、塩加4gr(各々1m²当り)、ポットでは硫酸2gr、過石2gr、塩加2grを追肥として硫酸2grを施した。

薬剤散布はHg剤(セレンサン水和剤1500倍) Cu剤(3-6式ボルドー液) As剤(モンゼット水和剤2000倍)を9月2日に1ポット当たり15ccを一定圧で散布した。試料は散布後、1, 3, 5, 14日目および14日目の新展開葉を夫夫午前10~12時に採集した。

実験結果 [薬剤散布による影響(1956)] この試験結果は第3表の通りである。

第3表から新展開葉についてみると、1週間後では、Hg剤の場合2回の実験ともAspartic acid, Glutamic acid, Serine, Asparagine, Threonine, Glutamine,

第 3 表 薬剤散布が水稻葉中の遊離アミドのおよびアミド含量におよぼす影響 (1956)

採 取 時 期	アミノ酸の種類 採 取 時 期	薬 剤	Cytosine	Aspartic acid	Glutamic acid	Serine	Asparagine	Threonine	* Glutamine?	Alanine	Tyrosine	Valine	Leucine	Tryptophane
			7 日 目 (8月13日)	散 布 薬 Cu Hg Cont	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	新 展 開 葉	Cu-O Hg-O Cont-O	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14 日 目 (8月20日)	散 布 薬	Cu Hg Cont	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	新 展 開 葉	Cu-O Hg-O Cont-O	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7 日 目 (10月28日)	散 布 薬	Cu Hg Cont	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	新 展 開 葉	Cu-O Hg-O Cont-O	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

* arginine との風向を坂口反応で検討中。
 ** 事故のため資料欠。
 *** 第 2 回実験でポットにて育成したもの (葉数 5~6 葉の 10 月 21 日 散布) —, ±, +~# は呈色の強さと面数の階級。

Alanine, Valine, Leucine のいずれも減少した。とくに Aspartic acid, Serine, Asparagine, Glutamine, Alanine の減少が著るしかつた。

Cu 剤では Threonine 以外はほぼ Hg 剤と同じ傾向であった。

2 週間後の場合も Hg 剤, Cu 剤とも第 2 実験の 1 週間後のと大体同じ傾向であった。

散布した葉についても 7 日目の場合 Hg 剤は新展開葉と同じ傾向であった。しかし Cu 剤では Asparagine, Threonine, Valine しか減少しなかつた。

〔薬剤散布後の変化 (1959)〕 薬剤散布をした場合遊離アミノ酸におよぼす影響がいつ頃まであるかを明らかにするため試験を行った。その結果は第 4, 5 表に示す通りである。

1956 年と同じく Aspartic acid, Glutamic acid, Serine, Alanine が減少し, その影響は 1 日目はとくに大きかつた。愛知旭では 5 日目まで関東 53 号では 3 日目まではかなり, また新展開葉については 2 品種ともそれぞれわずかながら影響がみられた。As 剤は第 4 表では Leucine がやや増加したがその他のアミノ酸は影響が少なかつた。

関東 53 号では 3 日目の場合のみ逆に Hg 剤を散布したものが Aspartic acid, Glutamic acid, serine, Threonine が多かつた。

考 察 一般にイネ体内の遊離アミノ酸・アミドの量が多くなるとイモチ病に罹病しやすくなるといわれているが, 赤井らもゴマバガレ病について同じく病斑数と

第 4 表 薬剤散布による愛知旭の遊離アミド酸およびアミド含量の経時変化 (1959)

採 取 時 期	アミノ酸の種類 採 取 時 期	薬 剤	Cytosine	Aspartic acid	Glutamic acid	Serine	Threonine	Glutamine	Alanine	Valine	Leucine
			1 日 目	Hg-1 Cont-1	—	—	—	—	—	—	—
3 日 目	Hg-3 As-3 Cont-3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5 日 目	Hg-5 Cont-5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14 日 目	Hg-14 As-14 Cu-14 Cont-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
新 展 開 葉	14 日 目	Hg-O As-O Cu-O Cont-O	—	—	—	—	—	—	—	—	—

第 5 表 薬剤散布による関東 53 号の遊離アミド酸およびアミド含量の経時変化 (1959)

採 取 時 期	アミノ酸の種類 採 取 時 期	薬 剤	Cytosine	Aspartic acid	Glutamic acid	Serine	Threonine	Glutamine	Alanine	Valine	Leucine
			1 日 目	Hg-1 Cont-1	—	—	—	—	—	—	—
3 日 目	Hg-3 Cont-3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
5 日 目	Hg-5 Cont-5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
14 日 目	Hg-14 As-14 Cu-14 Cont-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
新 展 開 葉	14 日 目	Hg-O As-O Cu-O Cont-O	—	—	—	—	—	—	—	—	

くに拡大度の大きくなることを認めている。

またイモチ病菌そのものも Glutamic acid, Aspartic acid, Leucine, Serine, Glutamine, Asparagine, Valine などが, よく窒素源として利用されることが知られている。

Kessler は Uracil, Thiouracil や Methyltryptophane がオリーブの葉のアミノ酸含量に影響をおよぼすことを報告しているが, 殺菌剤散布が植物体内の遊離アミノ酸含量にどのように影響するかといったことに関しては殆んど明らかにされていない。筆者は 1956 年以来殺菌剤の影響を調べた結果第 3, 4, 5 表のように, 明らかにアミノ酸の種類や含量が減少するのを認めた。岡本らも筆者らとほぼ同じ結果を認めている。

原田らは PMA がイモチ病菌体およびその酵素液の

transaminase を阻害することを明らかにした。

薬剤（主としてPMA）散布による水稻葉中遊離アミノ酸の減少の原因については何ら明らかでないが、高等植物には transaminase が広く一般的に分布しているが、イネ葉中のある transaminase をPMAが阻害しているのかも知れない。

またアミノ酸は一般に Hg^{++} などの重金属イオンと反応して水に不溶の塩または錯塩となるが、葉中でもかかる反応が行なわれるものであろうか。その他種々のことが考えられるが今後明らかにされねばならない問題であらう。

水銀剤が水稻葉組織中に沈積または移行することは明らかであるが、その移行によつて薬剤のかかつていない新展葉においても同じ効果がでてくるものと考えられる。

最近、寺中らはPMA処理により筆者らの結果とは逆にアミノ酸の増大したことを報告しているが、実験方法が異なるためか、または第5表の関東53号の3日目のように逆に増加した場合もあつたが、このような場合かも知れない。また transaminase の補酵素はほとんどピリドキシル磷酸であるが、これと金属イオンの存在では非酵素的にも反応が行なわれるから、この金属イオンが Hg 剤、 Cu でもその効果があつて transamination が行われることも考えられる。

供試した関東53号はPMA散布によつて各種N成分が増大する品種であるが、寺中らの用いた品種も各種N成分が増大した点は共通しているので今後かかる点も追試しなければならぬ。

3 総合考察および結論

水稻に薬剤散布を行なつた場合、水稻葉組織の Q_{O_2} 、 Q_{CO_2} に明らかに影響がみられた。 Hg 剤は Cu 剤に比べて回復が早かつた。 Hg 剤は収量面でプラスに働らき Cu 剤がマイナスの方向に働らく作用があるといわれている。

一般に病原菌の侵入や進展に対して抵抗的に働らく場合、植物組織の呼吸が増大することが知られている。このような作物と殺菌剤による呼吸作用との関連についても今後検討の予定である。

アミノ酸含量におよぼす殺菌剤の影響については、場合によつては2週間もみられた。アミノ酸は、体内での蛋白質合成の材料となるだけでなく、ビタミン、ホルモン、色素、核酸その他種々の生理的に重要な化合物の合成材料に役立っている。このようにアミノ酸は重要であるが、殺菌剤はその含量に大きな影響を与えることが明らかになつた。しかし、この含量が少ないことは直ちに、第2報の蛋白-Nが品種によつては必ずしも増加しているとはいえないことから、蛋白質合成の方に働らいているとは速断できない。

いづれにしても薬剤散布が水稻葉の蛋白質代謝・アミ

ノ酸代謝に影響をおよぼすものと考えられる。Antimycin A がイモチ病菌に対してPMAとは異なる阻害様式をとつているが、見里らもBlasticidin S散布はイネ体内のN成分やアミノ酸を増加させる点から、従来のイモチ病抗菌作用とは異なる作用機作を有するためであらうと考察している。

このように薬剤の種類によつて抗菌作用が異なることは当然考えられる。そして薬剤によつて病害抵抗性の増強作用を高めるような薬剤の出現が望ましい。

摘 要

1) 水稻葉に Hg 剤・ Cu 剤を散布し、葉組織の呼吸作用をワールブルグ検圧計で測定した結果、 Hg 剤を散布後1日目は Q_{O_2} がやや高まる傾向であつたが、3日目には愛知旭はほぼ同じである。しかし、関東54号ではやや低下した。5日目では2種とも回復し影響がみられなくなつた。

2) しかし、 Cu 剤ではやはり散布後1日目は高まる傾向を示したが、3日目さらに5日目でも低下したままであつた。

3) Q_{CO_2} も Q_{O_2} と同じ傾向であつたが、影響がより大きく表われていた。また $R \cdot Q$ は一定の傾向はつかめなかつた。

4) Q_{O_2} におよぼす pH の影響は pH4.5~8.5 間では差がみられなかつた。

5) 水稻葉中の遊離アミノ酸は Hg 剤によつて散布葉、新展開葉いづれについても Aspartic acid, Glutamic acid, Serine, Asparagine, Threonine, Glutamine, Alanine, Valine, Leucine が減少し、とくに Aspartic acid, Serine, Asparagine, Glutamine, Alanine の減少が著るしかつた。

6) Cu 剤は新展開葉については Hg 剤とほぼ同じ結果であるが、散布葉では Asparagine, Threonine, Valine が減少した。

7) Hg 剤、 Cu 剤散布の影響は1956年は散布葉、新展開葉いづれも14日後までも認められた。1959年の試験によるとその影響は1日目はとくに大きく、愛知旭では5日目まで、関東53号では3日目までかなり影響がみられた。As 剤もやはり影響を与えるのが認められた。

8) しかし、関東53号では3日目の場合のみは Hg 剤散布葉は逆に Aspartic acid, Glutamic acid, Serine, Threonine が多くなつた。

参 考 文 献

- 1 赤井重恭・薮山慈孝・江川宏(1958)：水稻の病態生理学的研究(第4報)アミノ酸加水耕液で栽培した水稻の稲胡麻葉枯病に対する罹病性について。日植報, 23: 165~168.

- 2 Baldwin, E., (1957, 江上他訳) : 動的生化学. P. 234, 318. 岩波書店, 東京.
- 3 Bonner, J., (1952, 山田・丸尾訳) : 植物生化学. P. 169, 225, 朝倉書店, 東京.
- 4 Brody, H. W., and Childers, N. F. (1938) : The effect of dilute liquid lime-sulphur sprays on the Photosynthesis of apple leaves. Amer. Soc. Hort. Scien. 36; 205~209
- 5 Burger, A. (1956, 編集室訳) : 医薬品の構造と作用——医薬品は生体に如何に働らくか——. 化学の領域, 12 (9) : 1~9.
- 6 Fisher, R. B. (1957, 石田・大西訳) : 蛋白質代謝 P. 47, 三共出版, 東京.
- 7 後藤和夫・他 (1955) : ボルドウ液の水稲に対する薬害と対策. 東海近畿農研, 6 : 1~49.
- 8 原田雄二郎・熊部 潔・他 (1959) : アンチピクリンの稲熱病菌に対する抗菌作用 第 3 報 稲熱病菌の窒素代謝に及ぼす Antipiriculin-A および Phenyl Mercuric Acetate の影響, 日植病報, 24 : 265~272.
- 9 Heinicke, A. J. (1936) : The influence of sulphur dust on the rate of Photosynthesis of an entire apple tree. Amer. Soc. Hort. Scien. 36 : 202~204.
- 10 北陸農試 (飯田格ら) (1955) : 殺菌剤に関する研究成績 (贈写刷) P. 1~6.
- 11 — (—) (1956) : — . — (—) P. 7~11.
- 12 化学の領域(1954) : ワールブルグ検圧計. P. 130. 南江堂, 東京.
- 13 — (1955) : 続ワールブルグ検圧計. P. 100, 南江堂, 東京.
- 14 Kessler, B. (1956) : Effect of methyltryptophan and Thiouracil upon protein and ribonucleic acid synthesis in certain higher plants, Nature : 1337~1338.
- 15 桑田 智(1955) : 続クロマトグラフィー (1) P. 224. 広川書店, 東京.
- 16 見里朝正・他 (1958) : 抗生物質による稲熱病防除に関する研究. 日植病報, 23 : 219~223.
- 17 見里朝正・片桐政子・高木幸太郎 (1960) 抗いもち病性抗生物質 Blasticidin S の水稲窒素代謝に及ぼす影響. 日植病報, 25 : 32.
- 18 見里朝正 (1960) : イモチ病防除薬剤の作用機構. 日植病報, 1 : 17~20.
- 19 水沢芳名・他 (1957) : Hg²⁰³ 標識酢酸フェニール水銀の稲体に於ける行動. 日植病報, 22 : 32.
- 20 中沢雅典 (1955) : 殺菌剤の治療効果に関する研究 (第 4 報) 水銀の水稲葉組織内への滲透沈着及びその部位について. 愛知農試報, 10 : 23~24.
- 21 奈須田和彦・竹内祥晃 (1957) : 殺菌剤が病害抵抗性に及ぼす影響—水稲葉中の遊離アミノ酸の変化. 日植病報, 22 : 33.
- 22 — . — (1958) : 病害抵抗性に及ぼす殺菌剤の影響 (2) 葉上水滴, 葉上液中の稲熱菌胞子の発芽. 日植病報, 23 : 11.
- 23 — . — (1958) : —Ⅲ 散布部位とイモチ病との関係. 北陸病虫研, 6 : 19.
- 24 奈須田和彦・勝見 太 (1960) : —(IV) 無機成分含有率の変化. 日植病報, 25 : 35~36.
- 25 奈須田和彦 (1960) : 病害抵抗性に及ぼす殺菌剤の影響に関する研究 第 1 報 イモチ病の発生におよぼす影響 福井農試60周年記念論文集 (印刷中)
- 26 — (1960) : — 第 2 報 窒素代謝におよぼす影響 同上.
- 27 岡本弘・他 (1958) : 散布用殺菌剤のイモチ病防除効果に及ぼす環境条件並びに散布使用法の影響に関する研究 中国農研, 12 : 1~174.
- 28 Palmiter, D. H., and Hamilton, J. M. (1954) : Influence of certain nitrogen and fungicide applications on yield and quality of apples. Bull. New York Agr. Exp. Sta. 766.
- 29 Palmiter, D. H., and Smock, R. H. (1954) : Effect of fungicides on McIntosh apple yield and quality : a five year study under Hudson Valley conditions 1949~1953. Bull. New York Agr. Exp. Sta. 767 : 3~40.
- 30 佐竹一夫 (1955) : クロマトグラフィー P. 105. 共立出版, 東京.
- 31 柴田村治 (1957) : ペーパークロマトグラフ法の実際 P. 83. 共立出版, 東京.
- 32 志村憲助・他 (1960) : 蛋白質生化学 朝倉書店, 東京.
- 33 水銀剤に関する諸問題 (1958), 日植病会シンポジウム.
- 34 鈴木直治・土居養二・豊田栄 (1953) : 稲熱病の組織化学的研究 II チアソ試薬により赤変する葉の細胞膜中の物質について 日植病報, 17 : 97~108.
- 35 鈴木直治・他 (1957) : 甘藷紫紋羽病に関する研究 農技研報, C, 8 : 1~173.
- 36 田中正三・森脇垂果 (1955) : 稲熱病菌の生化学的研究 (第 6 報) 稲熱病菌のグルタミン酸代謝 日植病報, 2 : 54~58.
- 37 寺中理明・大森薫・明日山秀文 (1960) : 水稲の体内成分におよぼす有機水銀剤の影響, 25 : 39.
- 38 戸刈義次編 (1957) : 作物試験法, P. 355, 農業技術協会, 東京
- 39 富沢長次郎 (1953) : 稲熱病菌の栄養生理に関する研究 日植病報, 17 : 113~118.
- 40 — (1957) : 水稲に於けるフェニール酢酸水銀の吸収と移動 日植病報, 22 : 45.
- 41 友永富・奈須田和彦・友広啓二郎 (1956) 薬剤がイネ体内及びイモチ病の発生に及ぼす影響 (予報)北陸病虫研, 4 : 21.
- 42 豊田栄・針木直治 (1957) : 稲熱病の組織化学的研究 III 病斑周辺の呼吸について 日植病報, 22 : 173~177.
- 43 山本亮監修 (1958) : 新農薬研究法, P. 360, 南江堂, 東京.