

國外农林科技資料

(农业部分)

广东农林学院教育革命組

一九七六年八月

录 目

毛 主 席 语 录

(1) 同封誌佈陳史杀恢史害辭木

(22) 典史南封誌佈陳史杀类領類甲基廢恢屈广次

階級斗争是纲，其余都是目。

(23) 陳史杀类領類甲基廢恢執和吳黑

階級斗争是推动生产斗争、科学实验的强大动力。

(48) 陳史杀类領類甲基廢恢執和吳黑

(49) 自力更生为主，争取外援为辅，破除迷信，独立自主地干工业，干农业，干技术革命和文化革命，打倒奴隶思想，埋葬教条主义，认真学习外国的好经验，也一定研究外国的坏经验——引以为戒，这就是我们的路线。

(66) 茲史眼藏佈品世學味史新排產批墨止得

(72) 茲眼佈遊類舞張姿固味忒系中繫註

目 录

水稻害虫对杀虫剂的抗性问题的.....	(1)
灰飞虱对氨基甲酸酯类杀虫剂抗药性的发展.....	(22)
黑尾叶蝉对氨基甲酸酯类杀虫剂的抗药性及其机制.....	(27)
氨基甲酸酯类杀虫剂与有机磷杀虫剂对于抗药性的黑尾叶蝉的增效作用	(34)
稻瘰蚊的生物学和室内饲养以及品种抗性的研究.....	(40)
印尼水稻害虫研究新进展.....	(46)
昆虫激素类似物在害虫防治上的应用及其存在的问题.....	(51)
日本微生物杀虫剂的发展概况.....	(61)
防止温州蜜柑浮皮和增进品质的施肥方法.....	(66)
红壤中液态和固态聚磷酸铵的肥效.....	(72)

水稻害虫对杀虫剂的抗性問題

山科裕郎

介绍一篇关于水稻害虫对杀虫剂抗性的文章

在水稻害虫的综合防治上，化学防治占着重要的位置。由于农药的不合理使用，目前已产生了一系列急待解决的问题，其中一项就是害虫对农药的抗性。这个问题在我国一些稻产区如江苏、浙江、广东等已陆续为群众所发现，并且已成为植保工作上一个重要问题。遵照毛主席关于“认真学习外国的好经验，也一定研究外国的坏经验——引以为戒”的教导，我们认为日本在这方面的调查研究是值得参考的。

这篇文章内容比较丰富，里面提到一些坏的经验，例如用药量过多或施用次数

太多等而引起严重的抗药性，这是我们应当尽量避免的。同时里面也提到一些对我们有益的经验，比如害虫对各种杀虫剂产生的交互抗性及应用混合剂解决抗性的措施等。但是，本文作者是资产阶级专家，文内渗透了不少资产阶级唯心主义和形而上学的观点，例如，对解决抗药性问题如何发挥人的积极因素，如何从预防为主，综合防治的原则，提出解决抗药性的重要措施等，作者均没有从有关方面加以概述，并指出对解决抗药性问题的积极意义，因此对本文必须批判接受。

赵善欢 1976年4月15日

导言

距今大约70年前(1908年)，曾经首次发现昆虫对杀虫剂的抗药性。当时美国人Melayder曾经报导连年施用石硫合剂，发现对梨园介壳虫缺乏防治效果。尔后，在农业方面，又曾发现介壳虫类对氰酸气体的抗性以及苹果小食心虫幼虫对比酸铅的抗性。第二次世界大战后，有机合成杀虫剂如DDT剂、有机氯剂、有机磷剂等杀虫剂的发展，因其药效显著而且价廉，使用范围急速扩大，与此同时，对这些杀虫剂具有抗性的害虫种类，也在世界各地相继出现。在卫生方面，比之农业领域要迟得多，只是到1941年才发现家畜螨类对砒酸铅具有抗药性，而对战后有机合成杀虫剂的前驱DDT产生抗药性的家蝇，最早也于1946—1947年才出现。卫生害虫的抗药性，乃是人类生活上最切身而又严重的问题。

现今世界上对杀虫剂产生抗药性的害虫种类，其统计数如表1所示。在总数224种之中，农业害虫已达119种。这个数量比之大约10年前的统计数差不多增加60%。表中

表1 全球范围内抗药性害虫及药剂的统计（1967年至今）

药剂 分 类	DDT 及其类 似物	有机氯 及其类 似物	有机磷 杀虫剂	其他	农业 害虫 (a)	卫生 害虫 (b)	合计	1960年 统计
双翅目	49	71	16	3	11	81	92	65
鳞翅目	14	14	6	6	29	0	29	15
半翅目	8	15	14	4	33	2	35	23
鞘翅目	6	19	1	1	23	0	23	7
总翅目	3	1	0	2	4	0	4	4
直翅目	2	2	1	0	0	2	2	1
膜翅目	1	0	0	0	1	0	1	—
隐翅目	5	5	0	0	0	5	5	4
虱 目	5	6	1	0	0	7	7	1
蜻蜓目	2	0	0	0	2	0	2	—
蜻 类	3	7	16	4	16	8	24	17
合 计	98	140	54	20	119	105	224	137

(a) 包括森林害虫和仓库害虫；(引自《环境中的农药》布洛温1971)

(b) 包括家畜害虫。

列出的抗药性昆虫，主要是对有机氯杀虫剂的抗性，然其代表性的DDT及其他有机氯杀虫剂，由于对环境污染的担心而压缩生产，而有机磷杀虫剂则增加使用，有取而代之的趋势。因此今后对有机磷杀虫剂产生抗药性的害虫种类，势必会有增无减。

关于日本抗药性的农业害虫，归纳整理如表2所示。表中数量约为表1农业害虫的25%左右。但是在日本狭小的农业耕地中，错综复杂的交互抗药性，遍及日本各地。此外，对于抗药性的研究，有集中于少数特定害虫的倾向。如果包括因研究或实验而遗漏的产生潜在抗

表2 日本抗药性农业害虫与药剂统计

药剂 分 类	有机氯 杀虫剂	有机磷 杀虫剂	氨基甲 酸 酯 杀虫剂	其他	统计
双翅目	3	3	1	3	3
鳞翅目	2	3	1	5	5
半翅目	1	3	1	5	5
鞘翅目	2	1	1	2	2
总翅目	1	1	1	1	1
蜻 类	5	6	3	14	14
合 计	13	13	1	30	30

药性的害虫在内，那么这个数量还要大大增加。昆虫对杀虫剂的抗药性，由于杀虫剂使用量是其关键性条件之一，所以在多量使用杀虫剂的国家，不难想象，产生抗药性的昆虫种类当然要多。

1969年联合国粮农组织发表的世界若干主要国家使用农药数量中，这里只摘录杀虫剂部分，综合整理如表3所示。虽然日本农业耕地面积尚有若干疑问，但是单位面积的杀虫剂施用量则超过意大利及其他国家，而居世界第一位。

日本每年使用农药情况，根据统计资

料，按生产金额计算，综合整理如表4所示（表4资料从略——译者注）。1945年至1954年，农药每年平均生产金额增长率达201.5%，1955—1964年为113.2%，

表3 世界若干主要国家杀虫剂使用量（单位：有效成分 吨）

国 家 杀虫剂	年 平 均 使 用 量					
	日 本 (1966—70)	美 国 (1966—69)	加 拿 大 (1966—70)	西 德 (1966—70)	意 大 利 (1966—70)	瑞 典 (1966—70)
有机氯杀虫剂	3,537	16,831	816	292	10,259	384*
有机磷杀虫剂	2,199	34,268	949	450	4,768	233
砒酸杀虫剂	510	3,170	303	—	545	—
其 他	9,061	102,490	3,280	1,841	14,994	222
合 计	15,307	156,809	5,353	2,583	30,566	839
1970年农业耕地面积 (单位：1000公顷)	5,501	176,440	43,404	8,075	14,930	3,050
单位面积施用量 (公斤/公顷)	2.78	0.89	0.123	0.33	2.03	0.27

*1966—1969年平均（引自联合国粮农组织1969年资料）

1965年以后即使略有降低，但也达到108%的增长率。新杀虫剂的出现，也以1955年为转折点，实际上市的新杀虫剂，一年内最多者有7种，最少只有1种，每年平均4种，而且新发展方面也有令人惊奇的品种。

包括过去的在内，现今市售的合成杀虫剂有效成分，若按其结构加以分类，那么可以看出，除了MNFA（果乃胺）、巴丹等一部分药剂以外，都是属于有机磷类、氨基甲酸酯类以及有机氯类杀虫剂。如果认为这些种类之中也存在着部分交互抗药性的可能性，那么作为对抗药性有力回避手段的药剂“轮换施用制”，也有难以对付的害虫。

表5 大豆红蜘蛛的交互抗药性

交互抗药性 淘汰药剂	淘汰世代数	对硫磷	甲基—S—丰丙磷	马拉硫磷	杀螨特	乙酯杀螨醇	三氯杀螨醇
对 硫 磷	10	39	31	20	1.7	1.1	1.8
甲基—S—丰丙磷	10	71	65	39	1.2	1.2	2.6
马 拉 硫 磷	11	57	66	32	1.7	1.4	2.7
杀 螨 特	8	63	42	22	0.7	1.6	1.6
乙酯杀螨醇	12	45	37	25	1.0	0.5	1.8
三氯杀螨醇	12	55	80	35	1.5	1.0	1.6

注：数字表示抗药性比率（引自美国密西西比农业试验站）

根据外国资料报导，大豆红蜘蛛就是可以通过对有机氯杀螨剂的淘汰试验而对完全未使用过的有机磷杀虫剂发展抗药性的实例（表5）。限于连年使用仅仅具有杀虫机制的药剂而产生抗药性问题，势必扩大交互抗性范围，从而使其越来越更加复杂。

现今地球上的生物，千万年来，处于经受着其周围环境的激烈变化而存活下来的战胜者这种情况下，现在的杀虫剂、杀菌剂、除草剂，其防治作用是否太过单纯以至简单呢？其次，既然人类也是生物，由于进一步强化和扩大药剂作用，以至不断强化农药本身，这会不会反过来影响人类呢？尤其是在过去已产生抗药性问题，只有采取更换不专门显示交互抗药性的药剂这种临时敷衍的消极手段，对此应加重新考虑等等，这样，关于抗药性的问题，转变到恢复药剂防治的原来基础的看法，难道不是处于必要的时期吗？

1、水稻害虫对杀虫剂抗性的简史

农业范围内，关于抗药性问题，在果树方面已有野村、真尾、邢部等报导，而在水稻方面则有岩田、浜、尾崎、木村、小岛、齐藤、深见以及其他等等的报导，因此，这里拟包括过去历史上遗漏的记载，以水稻常用杀虫剂为中心，扼要加以综述。

对硫磷作为水稻二化螟的防治药剂，是在1952年才实际供应，但至1960年在香川县东部地带，已经出现对防治第1代二化螟没有实际效果的事件。有此前，由于对硫磷药效卓著与供应量不足，在大阪、福冈、鹿儿岛等地也有出售对硫磷乳剂的假品。另一方面，由于其强烈的急性毒力，中毒以及死亡事件也轰动新闻界，而药剂施用技术恐怕因疏忽而造成中毒，因此对于药剂本身以及防治技术也曾产生过怀疑。但是由于出现事故的地区范围太广，因此首先采取进行测定，并经有关人员协商，计划对现有药品成分进行分析和效果试验。8月上旬，自香川农业试验场出现抗药性地区采集二化螟卵块，分配给尾崎和小岛，而以小田原采集的二化螟为对照，进行盆栽试验。结果，小田原采集的二化螟死虫率为100%，相反，香川采集的二化螟死虫率只有40%，于是对抗药性的疑问更加浓厚。在日本，对付抗药性问题，实际上是始于这个时期。

另外，在此之前，认为产生抗药性的害虫，也有若干种类。在日本初期具有抗药性的害虫如表6所示。

三 杀 剂	二 杀 剂	杀 剂	注 意 点	基 甲 — 2— 丙 丰	施 放 剂	防 治 效 果	注 意 点
8.1	1.1	1.1	20	18	33	10	杀 剂 杀
2.2	2.1	2.1	33	23	17	10	杀 剂 杀
2.2	1.4	1.1	32	23	27	11	杀 剂 杀
2.1	2.1	1.0	22	24	23	8	杀 剂 杀
1.1	2.0	1.1	22	24	24	12	杀 剂 杀
1.1	1.0	1.1	22	23	22	12	杀 剂 杀

（ 故 錄 局 業 亦 出 西 西 密 國 美 自 臣 ） 率 出 對 該 施 示 基 字 殺 ； 將

表6

日本农业害虫初期产生抗药性状况

害 虫	杀 虫 剂	出 现 地 区	抗 药 性 出现年分	杀虫剂开始 市售年分
菜白蝶幼虫	D D T	神奈川(关东地区)	1958	1947
柑桔红蜘蛛	OMPA(八甲磷)	佐 贺	1958	1955
同 上	对 硫 磷	爱 知	1958	1955
同 上	EPN(苯硫磷)	爱 知	1958	1955
柑桔花蕾蛆	六 六 六	北 海 道	1959	1949
棉红蜘蛛	甲基-S-丰丙磷	静 冈	1959	1957
柑桔红蜘蛛	三气杀螨砒	福冈, 和歌山	1960	1957
苹果红蜘蛛	芬 硫 磷	北海道, 青森	1960	1958
同 上	对 硫 磷	北海道, 青森	1960	1955
同 上	E P N	北海道, 青森	1960	1955
同 上	三气杀螨砒	秋 田	1960	1957
二 化 螟	对 硫 磷	香 川	1960	1952
黑尾叶蝉	马 拉 硫 磷	高 知	1961	1953
同 上	同 上	爱 媛	1962	1953
同 上	甲基对硫磷	冈山, 爱媛, 香川	1962	1952
二 化 螟	六 六 六	香 川	1964	1949
灰 飞 虱	六 六 六	广 岛	1964	1949
黑尾叶蝉	马 拉 硫 磷	和歌山, 静冈	1964	1953
灰 飞 虱	同 上	广岛, 冈山, 香川	1964	1953
黑尾叶蝉	西 维 因	福冈, 宫崎, 高知	1965	1959

关于二化螟对于对硫磷的抗药性, 已经知道当年之内进行各项试验中, 认为完全可以应用甲基对硫磷代替之。这个问题表面上看来好象大体已经解决, 可是次年即1961年, 在高知县出现原来防治黑尾叶蝉的马拉硫磷粉剂有效成分即使自1.5%提高到3%也无实际效果的地区。该县在选择代用药剂方面, 仍未找到适宜药剂, 只有寄希望于小岛等的马拉硫磷分解酶抑制剂而迎来了1962年。

以马拉硫磷与马拉硫磷分解酶抑制剂二溴磷1:1配成的复合制, 勉勉强强在防治适期经登记允许使用, 并且大约300吨于出现抗药性的地区施用。对于二溴磷作为粉剂使用是是否有着时间变化呢? 目前对其评价也未必完善。同年, 香川、冈山和爱媛各县又出现对于甲基对硫磷没有效果的黑尾叶蝉, 而原来对马拉硫磷产生抗药性的黑尾叶蝉分布地区也扩大。

1963年, 尾崎开始测定四国和中国两地区的黑尾叶蝉对马拉硫磷抗药性, 同时木村在广岛发现灰飞虱对六六六抗药性的疑问也增加, 而小岛等在抗药性的黑尾叶蝉体内找到能分解马拉硫磷的高活性酶。此外, 尾崎等的测定结果, 也已经知道, 对马拉硫磷产生抗药性的黑尾叶蝉, 在四国全境以及中国地区有着广泛分布。

1964年, 对六六六敏感性降低的二化螟在香川县, 对马拉硫磷产生抗药性的黑尾叶

蝉在和歌山、静冈、栃木等县，以及对马拉硫磷产生抗药性的灰飞虱在广岛、冈山、香川各县等均先后出现。上述地区继续扩展的对马拉硫磷产生抗药性的黑尾叶蝉，缺乏适宜的防治药剂，同年春天，苯基氨基甲酸酯类杀虫剂的害扑威（CPMC）与西维因配成复合剂，与六六六配成复合剂（ZB）先后上市出售，结果由于对抗药性的黑尾叶蝉表现出显著的杀虫速度而得到赞赏，同时也作为飞虱和叶蝉类的特效药剂，成为苯基氨基甲酸酯类杀虫剂黄金时代的先锋。

1965年，尾崎曾经利用对马拉硫磷产生抗药性的黑尾叶蝉的醋酸萘酯能够进行加水分解的酯酶高活性，提出对抗药性个体进行鉴定的方案。同年，对西维因产生抗药性的黑尾叶蝉，已在各地检验出来。

同年，对杀虫剂产生抗药性的稻作害虫，如表7所示。

1966年，在北海道出现施用六六六对水稻负泥虫没有效果的地区，1967年在新泻县，1969年在富山和秋田两县，直至1970年在山形县，以及北海道，东北、北陆各县，均先后出现水稻负泥虫对六六六的抗药性。

作为苯基氨基甲酸酯类杀虫剂先锋的害扑威，至1966年已经知道其对米质有着恶劣影响的可能性，于1967年，后继的灭杀威（MPMC）和速灭威（MTMC）等起而代之，从而达到高峰。由于一系列此类杀虫剂的发展，黑尾叶蝉和灰飞虱对马拉硫磷、甲基对硫磷、西维因、六六六等抗药性问题，一举得到解决，甚至未有出现抗药性的地区，也同样代换马拉硫磷。苯基氨基甲酸酯类杀虫剂由于时间变化不显著，且作为省力防治一环的各种杀虫杀菌混合剂和复合剂以配成飞虱防治剂，当白背飞虱和灰飞虱大量发生时，对此也有促进作用，佐贺县“米作之日本”的防治历对此给予高度评价，自1967—1968年以来，使用范围急速扩展。

1969年，最初对马拉硫磷产生抗药性的黑尾叶蝉加以记载的高知县和南国市，在施用此类杀虫剂的巴沙（BPMC）中，也有药效不显著的地带，经过鉴定也证实是抗药性，但在该县因未有对付办法而暂时加以搁置。

1970年，爱媛县松山市中川原地区，施用巴沙药剂的现场未曾呈现药效，据该县判断，认为是出现抗药性。同时冈山、广岛两县，也出现同样事例。农业技术研究所曾自爱媛中川原地区采集的黑尾叶蝉与宫城采集的黑尾叶蝉进行比较，获得其对一系列苯基氨基甲酸

表7 对杀虫剂产生抗药性的水稻害虫
(至1965年)

害虫	杀虫剂	地区	出现县份
二化螟	对硫磷 六六六	四国 四国	香川，爱媛 香川
黑尾叶蝉	马拉硫磷	九州 四国 中国 其他	宫崎，熊本，福岡 高知，德島，香川 山口，高島，島根 和歌山，静冈，栃木
	甲基对硫磷 西维因	四国 中国 九州 四国 中国 关东	高知，德島，香川，爱媛 山口，广島，冈山，兵庫 福岡 高知，德島，香川 山口 栃木
灰飞虱	六六六 马拉硫磷	中国 四国 中国	广島 香川 广島，冈山

酯类表现抗药性的确实结果。此类新杀虫剂以其交互抗药性的原因而並驾齐驱，加入到抗药药剂的行列。

同年，尾崎又曾报导二化螟对杀螟松和倍硫磷产生抗药性。

苯基氨基甲酸酯类杀虫剂施用特别多的九州地区，曾经担心黑尾叶蝉对此种药剂出现抗药性。1972年春，在鹿儿岛1,770公顷稻田范围内，出现药效不显著的地带，熊本县天草岛早期栽培的稻区也出现同样事件。据九州农试场鉴定结果，其结论是产生抗药性。

1972年在高知县除了前述南国市以外，另在安芸地区，出现水稻萎黄病大发生。1973年经该县农林技术研究所鉴定，证实该县存在着黑尾叶蝉对苯基氨基甲酸酯类杀虫剂产生抗药性。再者，同年除大分县以外，九州各县以及其他县均先后证实黑尾叶蝉出现对此类杀虫剂的抗药性。此外，在西南部暖地一带，又曾指出黑尾叶蝉是水稻新型病毒病和矮化病的重要虫媒，而代用药物只是有机磷杀虫剂，对其防治还未建立起完善对策的状况，故有待今后进一步研究解决。

2、二化螟的抗药性问题

自1952年起，每隔5年，对二化螟产生抗药性物质基础的药剂种类和用药量，加以综合整理如表8所示。五十年代前半期，药剂类型无论数量抑或种类均较单纯，但到1960年，香川、爱媛两县已出现对于对硫磷有抗药性的地带。由于对硫磷与甲基对硫磷不会产生交互抗药性，因此通过轮换使用药剂，曾经抑制抗药性地区的扩展。

表8 防治二化螟使用的杀虫剂（粉剂、粒剂、微粒剂）
出售量与剂型数量（单位：吨）

	1952		1957		1962		1967		1972	
	剂型数量	出售量	剂型数量	出售量	剂型数量	出售量	剂型数量	出售量	剂型数量	出售量
DDT	1	954	1	1,692	5	5,750	12	12,595	—	—
六六六	1	23,899	2	43,610	6	55,848	24	121,908	—	—
对硫磷	1	398	1	15,337	1	16,604	1	4,408	—	—
苯硫磷			1	3,204	2	10,965	16	18,547	7	18,823
敌百虫					1	1,150	3	1,656	7	10,283
倍硫磷					1	2,018	7	9,809	12	12,234
杀螟松					1	455	28	23,369	44	41,933
地亚农					—	—	3	2,646	7	20,059
灭蚜坪					1	98	3	2,001	1	477
芬硫磷					—	—	8	4,451	18	20,343
巴丹					—	—	1	38	8	12,405
杀虫脒					—	—	—	—	8	13,430
合计	3	25,251	5	63,854	18	92,888	106	201,428	112	149,997

1955—1960年期间，新增加各种有机磷杀虫剂，无论种类抑或数量均有扩展的趋势。更加之肯定六六六粒剂在稻田的施用技术，以及六六六与西维因配成的复合剂（SB）的推广，其总量开始超过有机磷杀虫剂，这种情况一直持续到1965年前后。但是自1969年以六六六对牛奶污染为事端的残留性农药使用规定的提出，在香川、高知、德岛、广岛、冈山、奈良各县二化螟对六六六敏感性降低的问题，至此结束。

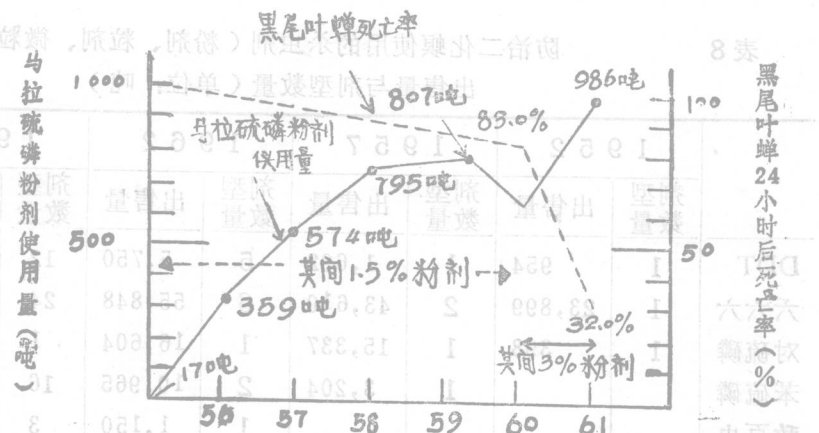
1970年，尾崎曾经报导二化螟对杀螟松和倍硫磷产生抗药性，但是1965年以后，曾经发展以抑制乙酰胆碱刺激传递作用为主要机制的新农药“卡塔普”（巴丹）和以防治稻茎钻心虫为主要机制的“杀虫脍”作为防治二化螟的药剂，结果，二化螟的防治药剂，在目前作为回避抗药性的对策，只有处于采取“轮换施药制”状态。加之，近年来日本全国二化螟发生量减少，于是对于抗药性问题的关心程度也降低。但是作为有机磷杀虫剂主力的杀螟松和倍硫磷，曾已证实存在着对其抗药性的地区，尤其是根据1972年药剂出售量与日本水稻栽培面积每0.1公顷施用4公斤以计算二化螟用药次数，则平均为1.43次，而抗药性对策在西南暖地一带，看来是需要加以考虑的。

3、黑尾叶蝉的抗药性问题

1961年，高知县出现黑尾叶蝉对马拉硫磷的抗药性，而在发生抗药性的代表性地区南国市，对马拉硫磷各年度施用量以及防治效果降低状况，综合整理如图1所示。

当时，高知县稻作相当混乱，自早植至迟植共分6种类型，而且水稻萎黄病大量发生，尤其是植期不同，收割期也参差不齐，因此，习惯上在接近收割水稻之前，为了防止害虫转移到邻近田块，应对黑尾叶蝉进行防治。因此，又比其他县市至少多施1次收割前的施药剂量。

南国市施用马拉硫磷次数，若以每0.1公顷施用3公斤计算，则可以看出，1956年以后6年之间，每年施用3—6次，总施用次数达26次左右。黑尾叶蝉在马拉硫磷连续淘汰



1961年南国市水稻栽培面积

早植	3,400公顷
晚植	2,030公顷
合计	5,430公顷

因此，每公顷施药183公斤，0.1公顷施药18.3公斤=6.1袋/13公斤。

图1 高知县南国市马拉硫磷耗用量与黑尾叶蝉死亡率降低状况(吉井、小島)

下，经20次左右的淘汰中达到最初致死药量的6—15倍左右。因此，在南国市黑尾叶蝉产生抗药性，看来是理所当然。另外，在室内经45代淘汰处理下药效降低状况如表9所示。

表9 马拉硫磷对黑尾叶蝉45代淘汰试验的杀虫效果比较

药 剂	供 试 浓 度	施 药 后 经 历 一 定 时 间 的 死 虫 率								KT50
		20 分钟	40 分钟	60 分钟	80 分钟	120 分钟	160 分钟	240 分钟	320 分钟	
马拉硫磷乳剂	ppm 250	0 %	0 %	0 %	3 %	3 %	7 %	7 %	27 %	—
巴 沙 乳 剂	250	0	50	93	100					36分钟
西维因乳剂	250	3	13	23	23	53	80	87	93	98
无 处 理	—	0	0	0	0	0	0	0	3	—

* 供试成虫♀各30只

(引自东亚农药研究所1968)

1969年春，南国市按照常例应用巴沙（BPMC）粉剂进行空中施药，但是残存成虫甚多，经本地推广站鉴定结果，对抗药性怀疑甚为强烈，特别是未使用的速灭威和XMC（3，5—二甲苯甲基氨基甲酸酯），其药效也低，于是对一系列苯基氨基甲酸酯类杀虫剂的交互抗药性产生怀疑。

主要防治黑尾叶蝉的马拉硫磷和西维因以及其他杀虫剂各年度销售量变化状况，综合整理如表10所示。根据表中资料，可以看出，马拉硫磷数量急剧减少，取而代之的是西维因，

表10 对飞虱、叶蝉类施用粉剂、粒剂和微粒剂变化状况（销售量：吨）

药 剂 \ 年 次	1962	1963	1964	1965	1966	1967
马拉硫磷	14,075	15,348	18,101	14,375	19,214	14,274
西维因	4,213	7,414	9,588	25,650	35,711	57,661
苯基氨基甲酸酯类						
害扑威(CPMC)			88	1,272	5,819	10,698
残杀威(PHC)				198	2,642	4,734
灭杀威(MFMC)						9,353
叶蝉散(MIFC)						
速灭威(MTMC)						
巴 沙(BPMC)						
XMC						
小 计			88	1,470	8,461	24,785
总 计	18,288	22,762	27,777	29,159	53,386	96,720
附 注					白背飞虱 褐飞虱有 史以来异 常飞入	白背飞虱 褐飞虱异 常飞入

年次 药 剂	1968	1969	1970	1971	1972	1973
马拉硫磷	9,992	6,604	4,179	3,199	3,550	11,160
西维因	48,367	51,917	40,057	28,701	25,319	36,979
苯基氨基甲酸酯类						
害扑威(CPMC)	8,688	8,364	3,349	1,094	—	—
残杀威(PHC)	8,255	8,695	5,439	3,147	2,919	3,144
灭杀威(MPMC)	21,097	34,775	34,796	14,144	7,691	6,388
叶蝉散(MIPC)	3,375	3,830	4,462	4,611	6,041	1,623
速灭威(MTMC)	4,133	17,860	31,842	32,514	26,069	25,502
巴沙(BPMC)			19,585	27,238	30,165	50,174
XMC			1,023	4,463	6,117	8,819
小计	44,543	77,496	100,496	85,296	77,672	95,705
总计	102,902	136,017	144,732	115,009	102,043	143,844
附 注		白背飞虱 褐飞虱异 常飞入		六六六、 DDT 限 制使用		白背飞虱 褐飞虱异 常飞入

(《引自农药要览》)

也已经抬头。但是自1969年起,由于白背飞虱和褐飞虱异常飞入,因而扩大苯基氨基甲酸酯类杀虫剂的用途,至1970年达到高峰,但是嗣后由于减反制度以及残效性农药使用规定上出现混乱现象,虽然耗用量略有减少,可是1970年以后,苯基氨基甲酸酯类杀虫剂总量可与全日本稻田普遍每0.1公顷施用3公斤(1袋)左右的药量相匹敌。

对于防治黑尾叶蝉和飞虱类的药剂中占居特效药地位的苯基氨基甲酸酯类杀虫剂就各年度及县市整理,除以水稻栽培面积,便可求出单纯施药次数,具体数据如表11所示。至1972年,普遍施用10次以上的县份,除山口和神奈川以外,均发现黑尾叶蝉产生抗药性。虽然施用7次的宫崎和德岛两县也发现黑尾叶蝉产生抗药性,但是出现范围狭小,因此,表11所列施用8次以上的县份,也要注意病毒病大发生。与此相反,北陆、东北、北海道诸地区,对苯基氨基甲酸酯类杀虫剂产生抗药性,看来是属于考虑范围以外。

由于黑尾叶蝉通常以稻田为常栖地,因此稻田便受到所施全部农药的污染。再者,因为现今对苯基氨基甲酸酯类杀虫剂出现抗药性地区,与以前对马拉硫磷出现抗药性地区相重叠的地带居多,所以对苯基氨基甲酸酯类产生抗药性的黑尾叶蝉,是否对于其他杀虫剂也产生抗药性呢?关于这个问题,以表12例出选取代用药剂状况以及所进行的室内试验资料。正如表中数字所示,虽然浸渍法与局部施药法在施用技术上各不相同,可是除了地亚农,丙氧磷(Propaphos)等以外,其他有机磷杀虫剂甚至认为几乎不具实际应用价值的制剂,也均表示出高度效果,但是原来希望可供实际应用的地亚农和丙氧磷(Propaphos),与宫城县采集的黑尾叶蝉相比较,发现其敏感性降低20—5倍。

表11 日本各县对苯基氨基甲酸酯类杀虫剂施用次数(1964—1974年总计)

县名	施用次数	县名	施用次数	县名	施用次数	县名	施用次数	县名	施用次数
鹿儿岛*	14.49	香川	7.42	兵库	6.72	富山	3.11	栃木	6.59
宫崎*	7.91	德岛*	7.22	大阪	6.96	新潟	0.58	茨城	1.19
大分	8.63	山口	10.43	京都	3.39	静冈*	15.08	福岛	略
熊本*	18.45	广岛*	10.37	滋贺	1.33	长野	4.29	山朝	略
长崎*	12.94	冈山*	11.25	三重	1.89	山梨	0.63	秋田	略
佐贺*	15.85	岛根	8.21	爱知	4.78	神奈川	10.84	宫城	略
福冈*	13.79	鸟取	8.41	岐阜	3.14	千叶	0.60	岩手	略
高知*	12.17	和歌山	7.94	福井	0.88	埼玉	7.99	青森	略
爱媛*	15.98	奈良	3.21	石川	2.98	群马	5.64	北海道	略

* 表示出现抗性的县份

该县药剂出售量
计算基础 = 每0.1公顷3公斤或100CC/栽培面积(陆稻除外)

表12 黑尾叶蝉室内试验的LD50值比较资料(1970—1971年)

药剂	处理	浸渍法*	局部施用法**	局部施用法**
		爱媛中川原采集 (ppm)	爱媛中川原采集 (ppm)	宫城采集 (ppm)
对硫磷		980.0	—	—
甲基对硫磷		1,000.0	2,300.0	5.7
杀螟松		—	2,000.0	4.5
苯硫磷		230.0	1,000.0	0.60
倍硫磷		660.0	—	—
芬硫磷		160.0	—	—
地亚农		20.0	11.0	0.50
马拉硫磷		290.0	330.0	0.57
灭蚜唑		39.0	55.0	0.92
乐果		600.0	390.0	0.66
蚜灭多		113.0	43.0	1.0
草特磷		10.1	9.8	0.45
丙氧磷		—	4.0	0.86
DMCP		—	20.0	0.64
DDT		6.0	42.0	10.0
林丹		120.0	120.0	78.0

* 引自清家(1970); ** 引自岩田(1971)。DMCP为S—P—氯苯基二甲基偶磷硫醇盐

关于苯基氨基甲酸酯类杀虫剂彼此之间发生交互抗药性问题，根据岩田局部施药法所得结果，也可以明白，但是在实际出现抗药性地区大田试验的结果，以成虫为对象求出校正密度指数，如图2所示。在取得效果的抗药性地区，主要是施用灭杀威、速灭威、巴沙，而XMC施用量极少，至于Tarbam制剂，则完全未加施用。

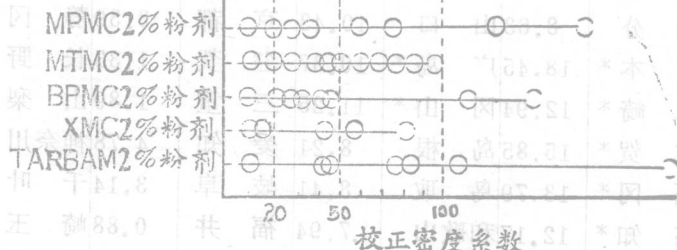
每一种苯基氨基甲酸酯类杀虫剂，其成果范围甚大，校正密度指数20以下的实际应用结果，除少数试例以外，在5次施药之中，约为1次左右。根据岩田的试验结果，这些药剂之间，与宫城采集的黑尾叶蝉相比，其药效依次为灭杀威 > XMC > 速灭威 > 巴沙 > 残杀威，而在抗药性地区大田试验中，速灭威往往表现出稍为优良的药效。其余如速灭威、巴沙，XMC则大体相同，而Tarbam则可看到其较劣的倾向。

在抗药性地区，选择代用药剂的大田试验中，与前述相同，仅以成虫进行试验，并按校正密度指数综合整理，结果如表1.3所示。根据表中资料，可以看到一例，就是对抗药性的代用剂优秀候选者丙氧磷校正密度指数超过20，而作为代用剂的地亚农，其复合剂，丙氧磷的复合剂以至哒嗪磷、速灭威等，通常可以希望获得稳定的成果，而且看来其危险性也较少。

4. 灰飞虱的抗药性问题

灰飞虱是稻田常见的害虫，因其为水稻白叶枯病的虫媒而成为防治对象。所施全部农药对稻田的污染，其状况与黑尾叶蝉相同。所用药剂以1—3%六六六粉剂为中心，而与黑尾叶蝉兼发的地区，最初使用马拉硫磷，随后应用杀螟松+苯基氨基甲酸酯类杀虫剂所配成的复合制为主，但是，出现抗药性较迟，而对六六六表现抗药性的灰飞虱，在广岛于1963年发现，对马拉硫磷产生抗药性的灰飞虱，在香川、爱媛、广岛各县则于1964年发现。

木村曾就同一地区采集的灰飞虱和黑尾叶蝉，据其能分解B-醋酸萘酯的酯酶活性，以研究其抗药性程度，获得相关极不显著的结果。灰飞虱与黑尾叶蝉的生态差异，就在于前者成虫具有较远程迁移的特点，而地区之间各个体遗传基因的交换频率，假定是受迁移距离的远近所控制，那么这个问题的确会引人注意。



只是抽出成虫按下列计算，施药后第二天

$$\text{校正密度指数} = \frac{\text{无施药区施用前虫数} \times \text{处理区施用后虫数}}{\text{无施药区施用后虫数} \times \text{处理区施用前虫数}} \times 100$$

图2 苯基氨基甲酸酯类杀虫剂单施粉剂对黑尾叶蝉产生抗药性地区的效果(1969—1972)

表13

防治黑尾叶蝉的代用药剂(粉剂)的效果

试 验 地 区	施 药 日 期	施药后至调查天数	校 正 密 度						指 数		
			地亚农 (2)	地亚农 (1) + 巴沙 (1.5)	地亚农 (1) + 灭杀威 (1.5)	地亚农 (1) + 速灭威 (1.5)	地亚农 (1) + 西维因 (1.5)	丙氧磷 (2)	丙氧磷 (1.5) + 西维因 (2)	丙氧磷 (1.5) + 巴沙 (1.5)	丙氧磷 (1.5) + 西维因 (1.5)
熊本县沙浦	73.4.13	1	11.1	42.8	83.4	0	17.4	20.0	9.5		巴沙 (1.5) + 西维因 (1.5)
” 汤前	73.6.6	1	7.2		13.3		10.7	1.6	6.5		杀螟松 (2) + 灭杀威 (1.5)
” 横岛	73.6.8	1	19.3	13.1		8.4	13.2				杀螟松 (2) + 速灭威 (1.5)
鹿儿岛吾平	73.6.21	1				31.5	10.5	11.8			杀螟松 (2) + 速灭威 (1.5)
爱媛县大洲	72.6.28	2	9.5	12.1	18.5	27.4	36.3	3.5			杀螟松 (2) + 速灭威 (1.5)
福冈县八女	73.8.1	1		13.9			20.7				杀螟松 (2) + 速灭威 (1.5)
广岛县吉田	70.8.10	1	24.4								杀螟松 (2) + 速灭威 (1.5)
爱媛县中川原	72.8.16	5	10.3		30.6			9.2			杀螟松 (2) + 速灭威 (1.5)
”	73.8.17	1	35.6	24.3			47.5	2.6	1.0		杀螟松 (2) + 速灭威 (1.5)
广岛县吉田	70.8.20	2	34.0								杀螟松 (2) + 速灭威 (1.5)
官崎县伊形	73.8.27	1	10.0								杀螟松 (2) + 速灭威 (1.5)
广岛县吉田	72.9.7	2									杀螟松 (2) + 速灭威 (1.5)
”	73.9.12	2	13.2								杀螟松 (2) + 速灭威 (1.5)
福冈县前原	73.9.17	1	6.9	5.3	10.1		7.8	2.5	6.9		杀螟松 (2) + 速灭威 (1.5)
广岛县丰荣	72.9.22	2	56.3	39.8			19.0	22.0			杀螟松 (2) + 速灭威 (1.5)
”	72.9.22	1	37.0								杀螟松 (2) + 速灭威 (1.5)
”	70.9.28	2	8.2	14.0	25.6			12.6			杀螟松 (2) + 速灭威 (1.5)
广岛县南国	70.9.29	5		27.2	22.4			30.0			杀螟松 (2) + 速灭威 (1.5)
”	70.11.9	4			20.0						杀螟松 (2) + 速灭威 (1.5)

* () 表示有效成分%含量。

由于灰飞虱容易进行室内饲养,因此,尾崎等曾以这种害虫为供试材料,陆续开展各项试验。这里介绍其中若干主要内容。在以马拉硫磷的淘汰试验中,这是有机磷杀虫剂方面少见的现象,经过25代淘汰试验,抗药力甚至达到250倍。在以杀螟松的试验中,最大限度则达到60倍。这些有机磷杀虫剂的淘汰系统,就是能分解B-醋酸萘酯的酯酶活性增强而且根据电泳法的分离中,E₇谱带活性也增强以及受到染色体内不对称显性基因所控制。再者,根据马拉硫磷与西维因或者与速灭威配成的复合剂所进行的淘汰,比之单剂淘汰,发现其产生抗药性要迟。这就可以推荐复合剂作为对后述的苯基氨基甲酸酯类杀虫剂产生抗药性的黑尾叶蝉的防治对策之一。

现今,灰飞虱因水稻白叶枯病发病率显著减少,因此没有发生特殊问题,而在出现虫害的地区,则常用乙拌磷剂者居多,但由于适用药剂范围甚狭,由此看来,对于抗药性问题是不能置诸不顾的。

5、稻负泥虫的抗药问题

六六六对于稻负泥虫,药效甚高。原先其有效成分施用量为0.5%,随后却增至1%至3%。可是自1965年以后,北海道、北陆、东北各县均发现其抗药性,而作为其代用药剂为有机磷杀虫剂的苯硫磷(EPN)、亚氨基硫磷(PMP)和氨基甲酸酯类杀虫剂的西维因,然其残效均较短,至于巴沙(BPMC)也有使用。

目前在防治上没有多大困难。这种害虫每年发生1代,成虫越冬场所常近稻田,因此稻田便成为受害对象。稻株受害期间约为2—3周。稻田中害虫的栖息,因系5—8月,故产生抗药性的危险性甚大。稻负泥虫最近有渐增倾向,但由于适用药剂种类不多,因此抗药性问题看来也需加警惕。

6、褐飞虱的抗药性问题

据说日本现今的褐飞虱,与白背飞虱一起,其为害来源是在梅雨期向大陆越海东渡,乘梅雨前峰,飞抵日本。因此,调查异常飞来的褐飞虱对药剂的敏感性程度以及推测异地来源的防治期,均是值得重视的问题。

守谷曾经报导九州的黑尾叶蝉,木村曾报导广岛县六六六缺乏药效的地区以及冈山马拉硫磷缺乏药效的情况。随后尾崎曾就褐飞虱对各种药剂的敏感性进行鉴定,指出甚至同一县市范围内其敏感性也有差异。这些事实意味着什么呢?这有待于对异地来源进行实际调查。最近这种害虫已成为水稻的主要害虫,因而抗药性问题应看成是重要的课题,但是单靠日本国内仍然是不能根治。

7、关于抗药性的原理

关于抗药性的定义,1957年曾由联合国卫生组织(WHO)提出。按其定义,就是“所谓对杀虫剂的抗性,是指昆虫正常种群中对杀死大部分虫口的药量具有耐受的能力在其种群系统中发展起来的现象”。

在抗药性的发展上,现今存在着下列两种学说。自然界的昆虫种群,其个体之间无论遗