

水稻譯叢

(稻白叶枯病綜述)

第十輯

水稻譯叢編譯委員會 編

上海市科学技术編譯館

水 稻 譯 丛

(稻白叶枯病綜述)

第 十 輯

水稻譯丛編譯委员会 編

*

上海市科学技术編譯館出版

(上海南昌路59号)

新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售

商务印书館上海厂印刷

*·

开本 787×1092 1/16 印张 5 3/8 字数 160,000

1964年2月第1版 1964年2月第1次印刷

印数 0,001—3,300

編 号 : 7002·169

定 价 : 0.75 元

譯 者 前 言

稻白叶枯病最早发现于日本,已有六、七十年的历史,至今仍是生产上的重要問題。第二次世界大战后,发病面积逐年增加,并扩展到日本北部的稻区。由于生产上的重要性,日本在近十年来对白叶枯病进行广泛的研究,特别是加强了基础理論的研究,得到一定的成果。田上义也和水上武幸二人合著的“稻白叶枯病綜述”将有关白叶枯病的文献作了比較全面的評述,着重介绍日本近年来的研究成果,虽然没有全面包括我国的研究情况,但对白叶枯病的研究工作,頗有参考价值。

日本对稻白叶枯病的研究,以往偏重于发病因素的調查、品种抗病性的測定和药剂防治試驗等方面;近年来轉入病原菌的生理和生态、侵入途徑以及越冬和侵染来源等基本理論問題,并通过以上这些工作,对白叶枯病的发生規律提出了一系列新的論点。例如在病原菌的生理和生态方面,除闡明病原菌的繁殖条件以外,发现了病原菌与水稻和其它植物根部的关系。侵入途徑方面,提出了通过根的团聚活化作用,病原菌从叶鞘基部侵入秧苗的可能性。越冬和侵染来源方面,发现病原菌可以在假稻等李氏禾属植物的地下莖和根围中越冬,并作为初次侵染的主要来源。这些成果的获得,很重要的原因是采取了不同的研究方法,其中最重要的是利用噬菌体定量法和濃縮接种法来測定田間菌量的变化。这是白叶枯病研究中长时期来沒有解决的問題。

我国对白叶枯病的研究在近十年来也有一定的进展,有些結果和日本相同,但亦有些是不一致的,其中最重要的一点是在我国祇初步发现杂草与病害的发生可能有一定的关系。关于秧苗发病的侵染来源和侵入途徑,也有不同的看法。发生这些分歧的原因可能是各国的具体条件不同,但更重要的是这些都是国内外尚未完全解决的問題,看法都是根据現阶段的研究結果提出的,需要进一步研究的問題还很多。

白叶枯病是目前我国水稻生产上的重要問題,各地都在进行这方面的研究和防治工作。为了問題的及早解决,能够了解不同的观点和研究途徑是很有利的,这是我們将此綜述譯成中文的主要目的。本文由陈永萱、許志剛譯,方中达校。

南京农学院植物保护学系

1963 年 10 月

目 录

I 引言	1	b. 致病性的变异	
II 历史	1	c. 鏈霉素耐性菌(鏈霉素耐性菌法)	
1. 发生的历史		d. 寄主对致病力变异的影响	
2. 研究的历史		1.8 病原菌的存活期	
III 症状和发病过程	4	a. 发育状态病菌的存活期	
1. 症状		b. 干燥状态病菌的存活期	
1.1 水稻上的症状		2. 植物与病原菌的关系	
a. 秧期症状		2.1 寄主范围	
b. 成长后的症状		2.2 病菌与植物根部的关系	
1.2 与其他病害及障碍的区别		a. 病菌向植物根部的聚集现象	
1.3 野生禾本科植物的症状		b. 病菌在植物根部的繁殖	
a. 假稻和异假稻的症状		2.3 病原菌的侵入稻体与繁殖	
b. 菰的症状		a. 經伤口侵入与繁殖	
2. 发病过程		b. 經排水器侵入与繁殖	
IV 发病与环境	7	c. 莖基部侵入与繁殖	
1. 常发地带的地区条件		d. 濃縮接种法	
2. 气象条件		3. 噬菌体	
3. 耕作条件		3.1 噬菌体的种类及其性状	
3.1 秧田的耕作条件		a. 噬菌体 OP_1	
3.2 本田的耕作条件		b. 噬菌体 OP_1h	
V 受害	11	c. 噬菌体 OP_1h_2	
1. 发病程度的测定法		d. 噬菌体 OP_2	
2. 受害及受害調查		e. 噬菌体 OP_1t	
2.1 受害		3.2 噬菌体系統在日本的分布情况	
2.2 受害的測定		3.3 噬菌体的分离、純化、增强及保存	
VI 病原細菌及其噬菌体	17	a. 噬菌体的分离	
1. 病原細菌		b. 噬菌体的純化	
1.1 分类		c. 噬菌体效价的增强	
1.2 类似菌		d. 噬菌体的保存	
1.3 伴随菌		3.4 用噬菌体作病原菌的檢查和定量	
1.4 病原菌的形态		a. 病原菌檢查方法	
a. 菌体		b. 病原菌定量法	
b. 包被物质		c. 簡易細菌数比較法	
1.5 生理性状		4. 病原菌的系統	
1.6 病菌在培养基上的生長		4.1 按病原菌对噬菌体感受性的划分法	
a. 营养来源		4.2 按病原菌致病力的划分法	
b. 环境条件		4.3 各种因素对致病力的影响	
c. 单細胞培养		4.4 菌株的編号	
1.7 病原菌的变异		VII 病原細菌的田間生态	36
a. 形态和菌落的变异		1. 越冬	
		1.1 越冬場所	

a. 野生禾本科植物	
b. 其它野生植物和后作作物	
c. 稻草	
d. 稻桩	
e. 谷粒	
f. 土壤	
1.2 病菌的越冬状态	
2. 病原菌及其噬菌体在水稻栽培期间的动态	
2.1 病菌在水稻上的动态	
a. 接种后菌量的变化	
b. 病菌在水稻秧田期的动态	
c. 病菌在本田期的动态	
2.2 病菌在田水中的动态	
2.3 噬菌体在水稻栽培期间的动态	
VIII 水稻的抗病性.....45	
1. 抗病性	
1.1 水稻的生态和抗病性	
a. 水稻的性状和抗病性	
b. 水稻的发育时期和抗病性	
c. 水稻各部位的抗病性	
1.2 抗侵入和抗扩展	
a. 抗侵入	
b. 抗扩展	
2. 品种间抗病性的差异	
2.1 抗病性的鉴定方法	
2.2 品种的抗病性	
2.3 抗病性鉴定的问题	
2.4 抗病性的遗传	
IX 病害发生的预测 52	
1. 根据自然发病进行预测	
2. 根据气象条件进行预测	

3. 根据菌量进行预测	
4. 根据噬菌体的数量进行预测	
4.1 噬菌体数量的测定	
4.2 根据田水中噬菌体的数量进行预测	
a. 秧田期的预测	
b. 本田期的预测	
4.3 根据灌溉水中噬菌体的数量进行预测	
a. 秧田期的预测	
b. 本田期的预测	
X 防治.....61	
1. 防治药剂及其效果	
1.1 铜制剂和铜汞制剂	
1.2 汞制剂	
1.3 抗菌素制剂	
1.4 其它药剂	
1.5 各种药剂的作用	
2. 防治药剂的筛选方法	
2.1 抑制圈法	
2.2 生物测定法	
a. 幼苗测定法	
b. 成株水稻测定法	
c. 燕麦测定法	
2.3 菌量测定法	
3. 防治方法	
3.1 药剂防治法	
a. 秧田期的防治	
b. 本田期的防治	
3.2 综合防治法	
XI 摘要.....71	
参考文献	

稻白叶枯病綜述

田上 義也 水上 武幸

日本農林省振興局植物防疫課《病害蟲發生預察特別報告第10號》1962年3月[日文]

I. 引言

稻白叶枯病是水稻的重要病害之一，在日本是存在迄今的一个病害問題。近年来病害的发生区域逐渐扩大，已延及原来发生較少或不发生的日本北部各县，其发生面积及被害情况有的已接近以前常发的温暖地区（南方）的状态。但本病的防治依然是个难题，所以在稳定稻作生产上，确定防治方法較之以前尤为迫切。由于这种情况，几年来对本病的試驗研究急剧增加，在研究史上形成了一个新的时代。

堀正侃指出：回顾过去有关本病的研究，从最近研究成果加以探討，并就現阶段已闡明的问题作全面的介紹，对今后解决本病的防治問題将起促进作用。在他的鼓励下，我們搜集資料、整理編写这一綜述。但現在多方面都在从事本病的研究，难免各有主觀的見解，因此在必須記述客觀的資料这一点上有所障碍；有些資料历时甚久，記載的詳情无从了解；遺漏的文献也想必很多，尤其是各都、府、县的业务报告未能逐一閱讀，只能摒弃不用。同样在有关育种的資料方面，也因時間关系而很不完整。这些都是需要向讀者說明的。

本文在植物防疫課及許多有关单位及其成員的支持下得以发表出版，作为昔今本病研究成果的总结，希望能有助于今后的研究和发展。

II. 历史

1. 发生的历史

明治时代以前，沒有关于稻白叶枯病发生的記載。但可以肯定，在此以前是有稻白叶枯病存在的，不过未与稻瘟病等其他病害区别开来。即在日本最先确认出稻白叶枯病的福岡县，发病最早也最重的三井郡味坂村辨认出此病的发生，据說也是在使用了大豆粕及綠肥以后的事。此外，根据老农的反映，大概从1884~1885年前后起此病就有发生^①。后来就常有暴发，尤其在筑后川及远賀川沿岸地区，每年都因本病而遭到很大的损失^②。此外，千葉县

及島根县在1897年也有本病发生的記載^④。爱媛县在同年似乎也有发生^③。自1902~1903年起，日本各地的发生就漸漸增多^{①②,④④}。

在1908年及1910年記載的資料中，群馬、千葉、神奈川、靜岡、愛知、岐阜、奈良、京都、大阪、岡山、广島、山口、香川、德島、高知、爱媛、福岡、佐賀、长崎、熊本、大分、宮崎及鹿児島等各府、县均有发生^{①②}。到了明治40年代（即1907年前后），在关东、东海、近畿、中国（日本地区名——譯者）的一部分以及四国、九州的各县等日本西南部的主要温暖地区都有发生，其中以有明海沿岸地区的发生为最重^{①③}。其后，根据1926年的調查^{②④}，发病的府县超过30个。病区向东北扩展，甚至連东北部的宮城、秋田、岩手及青森^⑤等各县也有发生；而南方的冲绳县也有发生。1940~1941年間，北陸地区的新潟^⑥、石川、福井等县和东山地区的山梨、长野等县也都有发生^{②④⑥,③③①}。北陆地区从1950年起就有四个县发生本病。这几年来，发病面积有了显著的扩大^{②①⑧,③③①}。

由上可知，白叶枯病在日本的发生，除北海道外，已遍及日本各地。

病害在日本的发生面积，1940年約为50,000~60,000公頃，在第二次世界大战期間逐漸超过了100,000公頃，最近更达到300,000~400,000公頃。在1946~1955的十年中和1956~1960的五年內，日本全国的发病面积如表1及表2所示。近年来，日本北部病害的发生也有急剧的增加。

国外发生情况的資料很少，朝鮮^{②⑧⑧}、中华人民共和国^{①⑨,④②,②⑧①}、菲律宾^{②②⑧}有本病害发生的报告。其他东南亚各国病害的发生情况还不大了解，据說錫兰和馬來亞亦曾发生。

① 高松^{②⑥③}认为福岡县三井郡大刀洗村在1893年最先发生，但当时所称“叶枯病”是否就是白叶枯病，还未确定。

② 青森县的发生是1926年的調查中确认的，后在1940年調查中沒有記載，故认为最近未有发生。

③ 新潟县于1932年有少量发生^{⑤⑧①}。

表1 稻白叶枯病发生面积(1946~1955年)(植物防疫年鉴1957年版)

单位 公顷

年 份		1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955
都道府县名											
北海道		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
青森	森手	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
岩手	城田	360	740	870	114	816	890	2,170	5,688	1,352	264
山形	形島	—	—	—	—	57	279	174	140	180	72
福島		—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
		—	30	—	—	590	565	1,520	984	2,417	4,200
新潟	潟山川	900	2,400	200	129	149	127	3,196	—	—	—
石川	井	—	—	—	200	500	800	2,000	1,520	1,497	2,810
福		—	—	—	—	—	80	—	—	870	786
		—	200	110	100	40	349	427	4,268	2,774	1,960
茨城	城木	—	—	—	—	50,000	30,000	6,208	12,240	4,916	2,183
群	馬	3,200	3,600	3,900	28,500	38,000	8,500	8,500	14,350	4,000	35,000
埼	玉	16,530	18,785	18,785	20,246	7,499	7,911	2,218	6,247	2,086	6,272
千	葉	718	2,699	7,663	1,520	15,522	946	956	1,700	5,459	5,756
东	京	1,520	1,220	2,790	4,973	36,444	21,139	4,104	6,218	3,460	2,094
神	川	500	150	2,000	1,200	1,200	2,542	2,000	1,800	3,000	1,400
奈	梨	892	123	735	4,609	1,541	1,833	6,414	7,967	8,031	5,167
山	野	82	76	587	70	340	389	205	255	482	588
长		2,000	2,000	1,760	1,640	950	500	700	1,765	2,177	2,543
静冈	岡知	600	100	300	600	12,545	5,000	8,297	10,230	4,826	5,000
爱	阜	7,750	713	962	4,500	9,820	2,963	2,374	8,313	9,609	3,258
岐	重	—	—	6,530	11,530	22,201	10,389	6,250	10,517	11,313	9,171
三	賀	6,000	4,800	4,000	—	920	895	736	2,914	1,536	6,090
滋	都	1,400	3,648	4,790	16,352	8,328	4,675	8,831	15,684	33,099	29,808
京	阪	120	600	1,000	2,134	2,000	2,500	992	3,496	1,051	268
大	阪	500	600	800	800	3,130	819	1,000	1,250	800	600
兵	良	300	3,200	550	7,129	11,559	5,697	4,473	6,218	15,604	3,650
奈	山	1,200	50	100	1,000	4,000	1,300	2,000	3,832	3,000	1,000
和	歌	3,500	3,200	3,340	2,100	3,500	4,500	6,000	8,000	8,000	4,238
鳥取	取根	716	1,050	650	500	991	259	1,500	1,783	1,494	212
島	山	435	250	200	100	1,500	150	6,340	5,455	3,762	1,700
岡	島口	300	5,000	5,670	3,500	6,500	1,372	3,271	3,380	3,280	2,200
广		1,027	300	716	1,500	381	4,780	500	1,655	11,230	102
山		—	—	4,160	90	5,792	752	761	4,326	3,808	1,261
德岛	島川	1,000	—	700	1,380	4,955	16,776	1,267	3,984	14,717	3,590
香	媛	2,571	500	630	705	2,783	1,144	524	481	2,281	454
爱	知	65	120	800	120	5,000	5,110	1,097	2,140	14,375	1,353
高		—	—	656	1,249	5,072	2,478	1,923	8,081	12,691	7,830
福	岡	65,280	28,325	16,210	31,406	24,183	12,759	8,310	9,337	27,457	14,528
佐	賀	200	5,000	5,000	12,000	10,000	6,000	5,000	10,000	11,840	5,000
长	崎	150	—	—	1,800	3,455	2,500	2,000	2,550	4,885	2,971
熊	本	12,000	14,900	6,340	6,447	16,195	7,110	16,000	4,552	17,000	23,989
大	分	550	110	1,793	3,500	10,458	7,179	1,901	3,253	4,720	2,360
宫	崎	3,000	1,000	4,000	5,000	25,000	15,000	28,428	7,439	29,518	19,000
鹿	島	22,000	10,000	1,000	5,200	32,000	22,000	7,800	2,500	18,500	4,500
合 計		157,266*	115,489	110,297	183,943	387,066*	220,957	168,367	206,512	313,097	225,238

* 此二栏数据中个别数或合計数有誤,原文如此——譯注。

表2 稻白叶枯病发生面积(1956~1960)(农林省植物防疫課 1962)

单位 公頃

年 份 都道府县別		1956	1957	1958	1959	1960
北海道		—	—	—	—	—
青森	森手	4,209	4,013	3,266	3,162	2,593
岩手	城	46	51	293	731	77
宮城	田	2,491	3,511	2,856	7,302	770
秋田	形	2,800	87	967	3,483	3,587
山形	島	183	1,960	3,526	10,887	7,730
福島		1,914	2,149	10,831	7,950	2,802
茨城	城木	3,402	4,035	17,545	14,720	12,983
群馬	馬	6,096	3,920	15,567	25,553	11,480
群	玉	921	100	101	6,572	3,224
埼	葉	309	1,794	8,243	6,611	1,812
千	京	1,969	2,232	2,693	2,062	9,188
東	川	—	—	2,053	1,512	1,884
神奈		27,906	36,045	4,190	3,548	2,424
新潟	瀧山	2,140	8,110	12,176	36,816	21,400
富山	川	7,600	2,960	1,700	6,344	2,659
石川	井	3,287	2,605	4,838	7,334	4,311
福井		17,371	24,653	7,544	11,113	4,644
山梨	梨野	1,025	2,063	1,130	2,192	918
長	阜	155	947	3,583	3,271	1,240
岐		12,592	15,143	13,361	10,029	8,061
静岡	岡知	2,093	17,627	6,142	44,342	31,354
愛	重	3,387	9,956	7,810	7,340	5,321
三		1,900	6,080	4,356	13,914	7,514
滋	賀都	20,535	29,790	40,991	39,790	38,022
京	阪	1,777	1,655	1,952	4,882	4,208
大	庫	437	437	469	681	363
兵	良	18,992	21,962	14,623	16,996	22,841
奈	山	300	2,470	9,300	4,100	3,000
和歌		1,216	5,731	3,026	5,095	5,269
鳥	取根	7,822	3,262	7,313	11,165	11,365
島	山	2,800	4,300	4,090	3,150	3,720
岡	島	1,986	3,753	3,315	2,780	18,520
广	口	7,983	2,869	4,776	1,290	5,990
山		2,416	4,887	2,002	4,853	3,223
德	島川	7,153	9,228	14,533	9,969	12,111
香	媛	41	309	31	442	3,712
愛	知	6,429	3,899	2,846	4,747	4,882
高		8,480	8,955	9,344	11,798	11,183
福	岡賀	10,619	15,765	7,973	8,163	7,476
佐	崎	7,000	22,372	5,879	3,885	3,027
長	本	2,458	8,330	1,350	2,500	3,250
熊	分	10,000	36,634	5,448	13,596	10,407
大	崎	5,329	14,000	2,375	2,395	3,118
宮		—	—	1,100	750	1,835
鹿	兒島	18,515	16,590	16,000	14,520	19,900
		54	570	25	48	50
		19,300	23,520	1,485	6,100	2,780
合 計		264,438	391,329	295,017	410,032	347,748

2. 研究的历史

稻白叶枯病在日本发生的历史已如上述。近年来,在研究方面亦渐有发展。当病害逐渐成为生产上的问题以后,在发生病害的各县内都设立了试验地,做有关预防的试验。最早是1901年在福岡县三井郡善導寺村的试验地上开始的,其后试验地点虽略有变更,但至1918年止,持续进行了十几年^[27,20]。佐賀县县农会从1904年起开始进行试验。神奈川、静岡、岡山、山口、香川及愛媛等县也相继进行了有关预防的试验^[9,13,208]。

本病原方面的研究也在同时开始。首先是农商务省农事试验场九州支场的西田,他发现病叶的露滴呈酸性反应,因而认为是由土壤酸性所引起的生理障碍。为了与原来的叶枯病相区别,故称之为“白叶枯病”^[208,209]。静岡县县农会的丸山也同样认为酸性土壤是发病原因之一^[145,146]。香川县在1908年发表的报告说,这是由于稻象虫蛀食根部而引起的^[9]。福岡县农事试验场的高石,在三井郡的试验地上从1908年起对本病作了详细的研究;他最初也同样认为是由于土壤酸性的缘故,但因喷撒波尔多液即对本病的防治有效而引起了怀疑,他后来从病叶中分离出一种细菌,并将罹病稻草的洗液接种到水稻上,就得到了与白叶枯病相似的症状。此外,他发现在病叶的略呈黄色的新病斑部分和完全健全部分都有混浊的露滴,这些露滴比健全叶上的露滴更富有强酸性的有机物。同时他还看到,当露滴干涸时,糊状的附着物就变为黄色的细长球状体,而且发现此糊状物就是细菌的集块。他将这集块接种在水稻叶上,成功地使叶发了病。这些试验和观察,说明稻白叶枯病的病原体是一种细菌。稻叶上的病斑沿着叶的边缘而呈波紋状,这是本病害与露滴有关的表现;露滴中细菌的繁殖与其中所含成分有关;而此成分的差异是以土质、肥料的不同所引起的水稻生理状态的改变为其原因^[27,202]。高石^[202]的研究最早发现和证实了本病是由细菌引起的一种寄生性病害,这是一项非常重要的成就,而且这一观察与后来的许多研究结果在很多方面是一致的。因此可以说:这是持续至今的病理学研究的先驱。其他如东京帝国大学农科大学的末松^[137]等也都进行了本病害的研究。

同时,农商务省农事试验场的卜藏,从病叶分离出一种在洋葱培养基上形成黄色菌落的细菌,接种后证实它是本病的病原细菌,所以就明确病害的发生不是由于土壤的酸性。该细菌与高石所分离到的细菌

相同,他在研究了该细菌的形态和细菌学性状等之后,命名为 *Bacillus oryzae* Hori et Bokura^[9]。后来农商务省农事试验场的石山对从病叶分离到的细菌的形态、性质和致病性进行了详细的研究,结果证明病原菌是另外一种杆状菌,并命名为 *Pseudomonas oryzae* Uyeda et Ishiyama。依照他的结论,卜藏认为是病原菌的细菌,与在病斑部分中与它伴随着的上述细菌极为相似;他也明确了高石所观察的露滴中主要存在着这两种细菌^[65]。

在这些不断发病的温暖地区,各府、县的农事试验场(静岡、愛知、三重、滋賀、奈良、岡山、山口、香川、愛媛、福岡、佐賀、宮崎及鹿児島)进行了水稻品种抗病性的测定,也就病害与肥料的关系及其防治等进行了试验。特别是愛知农事试验场,它根据农林省的指令在1927~1942年由鍛塚负责进行研究,试验结果提供了有关发生生态、抗病品种的选育及病害防治方法等许多的资料^[13,137,139]。愛媛农事试验场于1924年设立了培育抗病品种的试验地,试验工作持续到第二次世界大战以后,尚在继续进行^[152]。

在第二次世界大战期间,研究工作曾一度停滞。战后,农业技术研究所(原农林省农事试验场)对品种的抗病性和病害发生的环境等问题,再次进行了研究^[181,313,314]。九州农事试验场也进行了品种抗病性测定、发病环境及药剂防治等研究^[84]。农业技术研究所向秀夫等设计了多针接种法,在经过适当的改良后,已在品种抗病性的测定和其他许多试验中被广泛采用^[324]①。接着,東海近畿农事试验场发现假稻(日名鞘糠草, *Leersia oryzoides* Sw. var. *japonica* Haek)是该病菌的越冬寄主^[30]。据九州大学吉井甫等的试验,病区土壤和病叶上可以分离到白叶枯病菌的噬菌体。该噬菌体可以用来确定是否有活的细菌,甚至可以用它来确定病菌的量^[286,287]②。与此同时,佐賀大学及各县各地的农业试验场也广泛地开展了本病的研究。可以说,这在研究史上已进入了一个新时代。至于战后的研究工作,将在下面各有关场合中提到。

III. 症状和发病过程

1. 症状

1.1 水稻上的症状

① 吉田·向:《用多针接种测定水稻对白叶枯病抗性的方法》已译载本译丛第5辑。——编者

② 脇本:《稻白叶枯病菌噬菌体及其利用》已译载本译丛第5辑。——编者

稻白叶枯病发病通常是在抽穗期前后最明显。重病区和重病年则在本田初期即可发病,偶尔在秧期也发病。水稻上出现症状的部位主要是叶片和叶鞘,有时谷粒上也可看到。

a. 秧期症状

秧田后期,在发育较成熟的下位叶的叶缘上能看到水渍状的小病斑,表面还会出现小的粘块(细菌溢的干涸物)。病斑在几天后就变黄并扩展,但并不过分扩大,病叶很快自叶尖开始干枯变白,然后叶片卷缩枯死,因而在秧期一般不易发现,只有在发病率很高时才能看到。病斑呈黄色,除叶缘外,叶尖部的叶面上也多有发生^[85,138,139]。

b. 成长后的症状

(1) 叶部的症状

病害发生很早时,可以在秧苗刚移栽于本田3~4周后就开始出现症状。一般是在分蘖盛期或稍迟一些的时期,先是下位叶开始发病,病斑从叶尖下5~6厘米处渐渐向叶基部发展,叶缘开始出现许多水渍状的小条斑。在早晨,病斑表面或无病斑的叶缘上也可以见有混浊的露滴出现,干燥后就变成黄色的小粒状或线状的粘块(见前)。粘块后来变为褐色,附着在叶片上,容易被风吹落。病斑一般是2~3天后开始扩大,变为黄色至橙黄色,向上下延伸,其宽度亦随之增加。病斑与健全部交界处呈水渍状。病斑有时在叶缘的一侧或两侧发生,有时沿叶脉成条状向下部延伸。前一种情况的病斑自主脉向周围发展,呈波纹状;后一种情况的病斑不呈明显的波纹状,仅支脉变黄,沿扩展方向形成断续斑点,不久以后都可连接起来。无论前者或后者,病斑扩展后稍展时日,先发病的病斑部即行褪色,由黄白色变为白色至灰白色;如再受到其他病菌寄生时,颜色就变为污浊。如果病斑很早就停止发展,则其边缘就成为褐色的线状。剑叶上的病斑呈白色,并特别鲜明。如果叶部病斑很大,则叶片就从叶尖部分开始纵向卷缩。当叶片两侧都生有病斑时,则仅沿中脉的部分残留一些绿色,以后也逐渐全部枯死^[29,50,65,137,139,208]。

除了上述典型症状以外,病害也会在分蘖盛期至抽穗期间的较早期迅速蔓延时,或因暴风的影响而暴发,在此等情况下,发病初期的水渍状暗绿色病斑出现不久之后叶尖稍下方的叶缘便向内侧卷缩,水渍状的变色部也很快向下延伸,使叶片上半部甚至全叶都呈萎凋状,并呈失水的苍白色。这样,叶片内卷而干缩扭曲,很快枯死,并在萎凋以前就可形成很多菌粘块。这在幼嫩稻叶上最易看到,而在施速

效氮肥的水田中出现最多^[35,50,65,249]。更严重的症状可在感病品种上看到。病叶在分蘖中期会卷曲下垂,很快失水,变为苍白色而凋萎,最后呈灰褐色而枯死。稻株的发育暂时受阻而呈“萎缩”症状(ズリ=症状)。严重的情况下,甚至植株腐败折断^[340]。

此外,受台风侵袭后病害暴发的田中,病斑可从细微的伤口处发生,形成直径数毫米的椭圆形或近于圆形的淡黄褐色小病斑。这种病斑几乎不再扩大,也不会产生菌粘块,一般是在最上位或稍下位成熟的叶片上出现最多^[249]。

如将上述叶部症状仔细地地区分,还可分成好几种类型^[134,249]。但大体上可分为“典型症状”和“急性凋萎型症状”两类。前者包括田上等所说的叶缘型、条状型和草叶敏彦等所说的黄色病斑型。此外,还有斑点型及凋萎症状等特殊的症状。国外报导中所看到的本病症状,如蓝金(Reinking)^[228]所记载的则与典型症状很相似;方中达等^[20]用接种法使之发病的症状亦是如此。没有看到关于急性凋萎型症状的报告,但方中达等(同上)报告的由*X. oryzaicola*所引起的水稻条斑病症状与此有些相似,而赖次马(Reitsma)等^[229]报导的“Kressek病”的症状亦与此类似。

(2) 叶鞘的症状

叶部的病斑如发展到叶片基部,更可沿叶脉而延伸到叶鞘部分,病斑最初呈黄绿色至灰绿色,以后变为黄白色。病害严重时,叶鞘全部褪色枯死,表现这种症状的植株极易倒伏^[29,199,249]。

(3) 谷粒上的症状

在重病田内,经常可以看到颖壳的边缘有水渍状褪色的病斑。当谷粒幼嫩而呈绿色时,这种症状最为明显。成熟以后,病斑的中心稍呈灰黄白色,其边缘不清晰。病斑不会扩展到整个颖壳,往往只是局部扩展后就很快停止发展^[249,345]。

1.2 与其他病害及障碍的区别

白叶枯病的症状有时易与其他病害及障碍的症状如叶缘黄化、螟虫蛀食所引起的黄色条斑和生理性叶缘黄化或变白等相混淆。条叶枯病紧在叶节下方发生时、或网斑病和纹枯病在叶鞘发生时,所引起的叶片黄化和早期枯死等,其初期发生的叶缘黄化与白叶枯病的症状很相似。然而,在这些叶缘黄化部分,并没有白叶枯病那样的水渍状,波纹状的病斑也不再沿叶脉扩展,与绿色部分的界限亦不明显,并且也不形成菌粘块。螟虫蛀食叶鞘后,稻叶自叶尖起形成鲜黄色的条斑,这与白叶枯病有时沿第一支脉稍微变黄的症状很难区分。但这种条斑呈简单的

楔形，条斑四周的状态与白叶枯病斑也不同。所有上述病害，如能确认下部的病斑或螟虫的蛀入孔，当然能够辨别清楚了。其他若生理性的叶缘黄化或药害、风害等引起的叶缘变白，同样也可从病变部的颜色、病斑四周的状态、粘块的形成与否等症狀加以辨别^[29,35,85,139]。如上所述，白叶枯病的症狀与其他病虫害等所引起的症狀，只要积有經驗就能加以区别，最可靠的方法自然还是对病斑組織內的細菌进行鏡檢和对病原菌进行分离鉴定；在不能采取这样的方法时，則可用下述簡易方法檢驗。取待檢驗的叶片，沿病斑变黄部分橫切，弃去叶尖部分，将其余部分插入盛水的試管中，基部向下，用栓塞或盖密封容器，經過1~2小时后，如果是白叶枯病病叶，則在切口断面上有淡黄色或白色的混浊水滴出現，以后形成菌粘块。如若不是白叶枯病則水滴是透明的，或者断面沒有水滴出現，故能区别清楚^[250]。

1.3 野生禾本科植物的症狀

已經知道能在自然条件下感染白叶枯病的植物有假稻(*Leesia oryzoides* Sw. var. *japonica* Hack)、异假稻(*L. oryzoides* Sw.)和菰(*Zizania latifolia* Turez)^[30,31,343]。假如用病菌接种，則除此而外还有几种禾本科植物也会出現症狀(見后)。

a. 假稻和异假稻的症狀

假稻上的初期症狀是在叶尖边缘部发生水漬状的褪色病斑，由此沿叶脉自叶片中央向下扩展成一寬闊的病斑，多数呈楔形。有时也可沿叶缘扩展。病斑周圍呈橙色至暗紅橙色，顏色比水稻上的更紅一些，病斑中央灰褐色。病斑可扩展到叶片基部，甚至接連叶鞘，也出現同样顏色的病斑^[30]。异假稻上的症狀与此相同。

b. 菰的症狀

病斑开始发生在叶尖附近的叶缘，然后逐渐纵向伸长，橫向加寬。病变部与健全部的交界处呈黄色，但不表現波紋状。从病斑的一端，順叶脉扩展，形成黄色斷續斑点，并沿叶脉的一側扩展。病斑一般以大形的发展較速^[30]。有的还可以形成与水稻上斑点型病斑相似的黄白色病斑^[249]。

2. 发病过程

除在秧田发病者外，最早的是在移栽于本田后3~4周就可开始发病。一般在孕穗期至抽穗期前后开始显著起来，抽穗后发生最重。但如进入气温降低时期，則扩展速度也緩慢下来。最初发病的时期因年份和地区而有不同(温暖地区一般是在7月中下旬，寒冷地区是在6月下旬至7月上旬)。其后的

发展和蔓延速度同样也因年份、地区或水田环境条件而不同^[5,30,35]。

在常发地(病害經常发生的地方)，病害一般从成熟的下位叶开始发病，然后逐渐向上蔓延，下位叶則逐一枯死^[137]。由于幼穗形成期的气温高，病株及病叶的数目在这时不会有很大的增加，所以病势看来有暂时停滞发展的趋势。从抽穗期前后开始，每年病情都大不相同，惟病株数及病叶数則都显著增加。但是，发病早且从初期起就发病很重的，即使遇到高温，病势的停滞也不显著。在非常发地，病害发生較晚，抽穗期以后发展也緩慢^[35](宮崎农試，1955)。

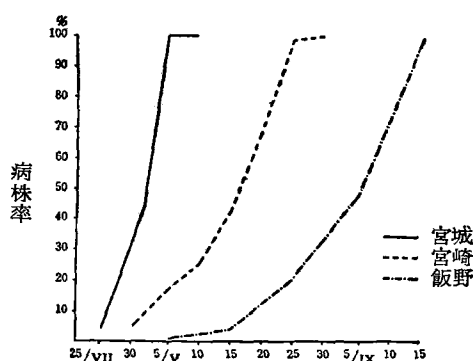


图1 发展过程(宮崎农試, 1955年)

沒有遭受台风或发生水淹的年份，本田期的发病是以初发病的植株为中心，病害自下位叶依次向周圍的植株蔓延，同时也向上位叶扩展，表现为所謂“向上型蔓延”。一般越是早发病的植株，其在秋季病情越重，但初发病的植株并不一定繼續发病到后期，故每群植株中的病株数可以維持在較少的水平上。但如从生长中期至抽穗期間(温暖地区是8~9月，寒冷地区是7~8月)，遇到台风或水淹等有利于发病的情况，就会显示出全面扩展的“广泛型蔓延”。即使在这种情况下，也越是下位叶則发病率越高，病情也越重。台风时，最有活力的叶子也会招致蔓延。实际上在上述两个类型之間还存在着中間类型，并且这两种类型也可相互轉变。例如，最初的扩展虽然是广泛型的，但到后来也可变得不很明显。在典型的向上型蔓延的年份中，田間发病的分布是局部性的，劍叶发病数与发病总叶数的相关性很高。但在广泛型蔓延的年份，这种相关性就低，抗病性不强的品种，劍叶全都发病^[35,137,139,321,322]。

根据发病过程的状况，可以知道水稻受害的程度也有不同。尽管发病程度相同，但越是在后期遭到蔓延的，受害越輕(詳見后)。

表 3 分蘖和叶位与病叶率的关系(愛知農試, 1937 年)

	劍 叶 (%)	第 2 叶 (%)	第 3 叶 (%)	第 4 叶 (%)	第 5 叶 (%)	第 6 叶 (%)	第 7 叶 (%)
主 莖	0	20.0	66.7	66.7	93.3	92.9	91.7
第一分蘖	0	4.7	50.0	73.4	96.8	100.0	100.0
第二分蘖	0	13.9	46.5	83.7	100.0	100.0	100.0
全叶平均	0	9.8	50.8	76.2	97.5	99.0	98.3

9 月 4 日調查。

IV. 发病与环境

早已知道,白叶枯病有所謂“常发地带”(即病害經常发生的地区)。許多研究工作者都曾談过这一点^[27,29,65,137,243,262]。病害的发生和消长,与气候条件、风土情况、耕作方法和水稻的生长发育状态等都有关系(参考文献同上)。其中水稻生长发育状态与抗病性的关系,将在另一章叙述。其他因素可总称为广义的环境条件,大致分为自然条件和人为条件两类。自然条件中,有地形及土壤等固定的条件(地区条件)和每年有一定变动的气象条件。人为条件主要是指耕作方法等,一般都不会有很大的变动,但也不是完全不变的。当然,这些条件在相互之間都有联系,并非彼此孤立的。例如,地区条件可受到当地气候条件很大的影响,也直接或间接地制約慣行的耕作法。耕作法不仅对各种水田的小气候有不同的影响,而且在气象条件的影响方面,也由于不同的耕作法而有差別。

1. 常发地带的地区条件

所謂常发地带所处的地区条件是怎样的?这早有很多报告提到,最早的有丸山^[145]、西田^[208]及曾我^[243]等。根据发生地区的調查观察,认为土壤酸性、低湿而排水不良、地下水位高以及經常遭受水淹等是常发地带的条件。福岡农試場^[29]及石山^[65]等也有同样的报告。据鍛塚^[137,139]报道,在河川湖泊沿岸排水不良的低湿田,山谷盆地中夏秋季上午常有濃霧的地区,或者是在东侧有山林房屋等阻擋而早露不易干燥的地区,发生都很多;8~9 月間降雨多的年份,即使在高台地区也可发生。也要重視秧期及本田初期的浸淹水以及高的空气湿度。

近年来,在九州地区 60 多个常发地区的調查表明^[96](九州农試, 1953 年),发病与河水泛滥的关系特別大。以地形来說,平原地区最多,其次是盆地,山谷地区最少。就土质来說,以冲积层較多;在土壤种类方面則以砂壤土为多,土质母岩中以花崗岩或

安山岩为多;底层土中以粘土为多。在土壤的酸碱性方面,不能說酸性发病就重。在水源方面,以河水作为水源的大部分地区,即使是在上游地区,常发地也是很多的。实际上,常发地都是和这些条件多少有联系的,尤其是与气象条件的关系更大。据愛知县常发地区的調查結果^[111,113],一般是以粘土成分高、交换量大、交换性阳离子(鈣、鎂等)多的土壤发生較重。此外,沿河川池沼或山谷低田或半低湿田,发生也多。北陆地区的調查^[46,332],靠近海岸的平坦低湿地发生較多,其次是山麓、山間和谷地发生較少。第四紀层冲积的砂壤土、殖土~殖壤土地区发生也多,邻接砂丘地的砂质土发生少。重粘土和酸性土地区,排水不良的多水田和低田,用河水灌溉的地区,发病都較重。河流下游平原地区在种水稻期間多半有几次泛滥的地区,发生也多。沼澤地周围的水田发生也重。

以上的調查和最近的調查結果表明,常发地发病的地区条件中,最主要的共同点是:沿河川湖泊、山谷盆地、排水不良的低湿田或湿田。土壤疏松的也稍重些。这些条件与后述秧田期及本田期的浸淹水很有关系。再如温暖地区的山間盆地,早晨有濃霧或在阴天时,都是发病的最好条件,同样也是必須注意的。关于土壤方面,除去上述小島等的調查研究外,在本病研究的初期,认为病害是由土壤的酸性所引起的^[29,145,146,208,209,243,262]。后来又认为沒有多大关系^[9,95,137]。在頁岩土地区病害发生較重。除前述愛知县的調查外^[70,110,111,118],在岐阜县母岩为花崗岩的地区也有发生^[127]。

此外,据愛知县內一个地区的調查材料,认为本病的发生和分布与灌溉水路有关^[116]。此后,据東海近畿地区在五个县內常发地区的調查結果,在很多情况下,与渠道中自生状态的假稻有很大的关系。一般认为,病重的地方,假稻的发病也重。然而在沒有自生假稻的地区,也有出現常发地的若干例子^[33]。在其他地方,同样亦是如此^[46,332](九州农試, 1955

年),关于假稻及水路与病害的关系,在以后还将提到。

2. 气象条件

关于气象条件与病害在某地或某年是否发生和发生輕重的关系,很早就有报告。气象条件不仅对病害傳染的影响很大,而且也左右病害的蔓延与扩展。如前所述,气象条件还受到地形、地理位置以及其他地区条件等一定的影响,每年也有較大的变动。在誘发病害的各种气象条件中,以降雨及随之而来的淹水和暴风的影响最为突出。

从过去的报告中可以看到各种有关因素的关系。丸山^[145]认为8月份的日照短,由风害引起的伤害、大水、大雨后污水和泥土的流入、以及高松^[268]提出的秧田期及本田期的淹水或灌深水等,都是誘发病害的重要因素。卜藏^[145]报道,暴风可引起暴发。曾我^[243]提出,夏天的低气温或地温急剧变动,阴雨連綿,日照不足,暴风造成伤害以及水害等,都是誘发因素。福岡农試場^[29]同样也曾报道,8~9月多雨和日照短所引起的气温下降,暴风和7月中旬以后的降雨,夏季的气温和地温的下降等,都是誘发病害的因素。石山^[86]对暴风所造成的伤害最为重視。鍛塚^[187,189]的报告指出,在苗期及本田期因大雨所造成的浸水或深灌水(尤其是温水浸淹一天以上者)、8~9月的多雨高温(濃雾、晨露不干等),以及在生长发育后期的暴风雨等,都是誘发病害的因素。7月的降雨量达200毫米以上的地区,經常全面发病。年平均气温为14°C、7月份平均气温为24°C的等温綫以南地区是发病多的地区。从上述降雨量地区向北,直到22°C等温綫(七月份)以內的地区,都是病害局部发生的地区。

表4 降雨量与发病^[29]

年 份	降 雨 量 (毫 米)			在味坂試驗地区 病害的发生情况
	7 月	8 月	9 月	
1910	116.5	80.6	335.7	稍 多
1911	244.7	77.6	283.9	稍 多
1912	434.7	41.4	130.3	几乎沒有发生
1913	30.9	47.8	148.9	几乎沒有发生
1914	29.6	137.9	89.1	少
1915	38.3	55.3	132.4	中
1916	347.9	61.2	187.6	中
1917	170.8	269.2	220.8	极 重

近年来,开始試用气象条件来預測病害的发生(見后)。据九州地区1935~1947年的气象調查,

7~8月降雨量多而日照短的年份,发病就显著(九州农試,1952)。又据九州地区常发地的調查,7月份上午10时气温在25°C以上、最低也在21°C以上、降雨量超过200毫米的地区,肯定发生較多^[95]。同样,据佐賀县1947~1952年的气象資料,7月下旬及8月份的降雨量和降雨日数,与发病程度之間呈高度的正相关。又据1947~1955年的气象資料,7月下旬的降雨量及降雨日数,与发病面积也有关系(佐賀农試,1954~1955年)。据東海近畿地区三年来的观察,从5月下旬起每天上午10时气温的升高,以及5月下旬至6月上旬的降雨后秧苗受淹,与秧期的发病很有关系。在本田期,以生长中期至成熟期間的半旬平均气温在22~26°C以上、半旬降雨量超过50毫米、半旬平均日照時間在8小时以下、风速达每秒3米以上,作为发病最适宜的条件而进行了研究,結果发现分蘖期的气温高、8月至9月上旬的气温稍低而秋天又較温暖,也是发病的有利条件。降雨多而日照短的年份发病多;有风,特别是多雨而日照不足时的大风,其影响最大^[86]。据大分县1948~1954年的气象資料,在发病多的年份,旬平均气温达24~27°C,旬間雨天为7天以上,这时发病情况大致相似。6~10月間半旬降雨量达100毫米以上的次数与发生面积有密切的关系。台风侵襲的次数与强度,尤其是9月份以后的台风,必須特別重視^[28]。有的报告还提出,据北陆地区的气象資料,1958年的暴发与气象条件关系最大的是秧期至本田初期的高温和长日照,以及中后期經常受到台风的侵襲。9月份凉冷多雨的气候能抑制病害的发展。近年来,該地区的暴发,据推测可能是因为没有很冷的气候之故^[321]。其他如在长崎县,水稻在台风經過时接种的比在台风經過后接种的,发病要重得多(长崎农試,1954年)。埼玉县的报告提供了由于暴雨后的淹水和8月份的曇天,或由于台风的关系而使病害暴发的实例^[321,322]。

綜合上述各种气象条件可以看出,水稻生长发育期間的气温高,对病害的发生是有利的。所以用病菌接种时,温度在25~30°C时发病最多,17°C时几乎沒有发病;病斑的扩大也以高温时有利^[189],从这两个事实也可以証实上述論点。然而在温暖地区,当夏季气温比常年稍低时,病害发生多;而这种低温往往是由多雨和日照不足等气象条件所造成的。由此可見,在盛夏高温干燥的温暖地区以及寒冷地区发病虽早的情况下,病势都会暂时停滞而不发展,还可以看到稻株上病菌数量的减少。这是很有意义

的。夏季高温和干燥程度高的年份,病害的发生与为害一般都輕(見后)。秋季高温則正适合延长本病的发生和蔓延的时期。

湿度高或降雨多,只要不造成极端的低温,不論什么时期都是暴发的良好条件,特别是在秧期及本田期因暴风雨所引起的浸淹水,对最初发病的早迟和以后发病的輕重等都有很大的影响。生长发育后期的台风,对病害的扩展和蔓延也有很大的影响,特别是在同时降雨的情况下,就更为明显。但是,一方面浸淹水对后述的傳染有很重要的作用;另一方面,也有一些报告說,根据观察結果,在大水为害之中心部淹水時間长的地方,发病也不如預想那么严重^[97,109,209]。这还应该从水稻的抗病性等其他方面加以研究。

3. 耕作条件

耕作条件与本病发生关系最大的是秧田的式样、水稻品种和施肥条件等。关于品种問題,将在后面詳細叙述。秧田的式样对病害的初次侵染有直接关系,对初次侵染的发生和发生的輕重都有很大的影响。施肥条件对水稻的生理方面有影响,也关系到发病和扩展蔓延等方面。其他耕作条件的影响,大多还未肯定。

3.1 秧田的耕作条件

秧田的耕作条件中,与病害发生有关的因素很多。曾我^[243]提出播种量过多和施肥过量的关系;福岡农試場^[20]提出播种量与播种期均无关系并指出多施鉀肥有减少病害的傾向。鉄塚^[139]指出,低湿田排水差、深灌水及易浸水的秧田中的秧苗,到本田期发病均多;关于秧田的式样,旱秧田和半旱秧田(折衷秧田)的秧苗以及陆稻的秧苗,一般比水秧田的秧苗发病少。此外,秧田位置及秧水的管理也是很重要的。

現将近年来报告中与此有关的部分列举如下:水秧田与旱秧田几乎沒有差別(农技研,1951年);九州地区的报告认为,高秧板秧田中的秧苗在本田初期发病稍輕(九州农試,1953年);福井县的資料认为,半旱秧田发病多,旱秧田发病少,而播种量多的发病重^[46,332];福井县还提出,保温半旱秧田比水秧田发病較重,电热聚乙烯秧田和聚乙烯秧田(都是播种及移栽均早的旱秧田)比保温半旱秧田发病为少^[204]。

就以上秧田的耕作条件而言,秧田式样,亦即与初次侵染有关的秧水管理,可以說与病害发生的关系最为密切。关于秧田式样与发病的关系,还

可从施肥及其他条件对秧苗生理方面的影响去研究。

3.2 本田的耕作条件

本田的耕作条件中,最重要的是施肥的影响,尤其是三要素配合不适当时的影响最大,特别是施用过多的氮肥,能促进病害的发展。很多研究工作者一接触肥料問題,就很容易理解这一点。現列举如下:大豆粕能使土壤变为酸性,促进病害的发生^[146];有机肥料、速效肥料追肥过迟或施用过多时,发病也多^[208];多施氮肥而缺少磷肥时发生較多,綠肥茬、施大豆粕以及追肥过迟时发病重^[9,10];氮肥过多,特别是在有机肥料中綠肥、大豆粕、鰾粕多而磷鉀肥料不足时,以及这些肥料施用过多或过迟时,都能促进病害的发生^[243];施用大豆粕、鰾粕、油粕、硫酸銨、堆肥和綠肥等,特别是单施大豆粕时,发生很重,而施用磷鉀肥料的就輕^[29],施肥的多少与发病有关,氮素过多时最易发病^[66];多肥区发病稍輕,三要素中氮肥多时发生最多,磷肥多时其次,而多施磷酸鉀时稍少,多施鉀肥时就輕^[147];氮肥施用过多时发生較多;肥料的种类,成分的配合等不直接使病害的发生有显著的差异,但与病斑的扩大和植株恢复能力有关^[187];氮肥分期施用的比一次集中施入时发病少(福岡农試,1938年)。此外,各农試場也进行了很多有关多施肥料与病害发生的关系的試驗研究(愛知、滋賀、香川、福岡、佐賀等)。

表5 施用大豆粕与发病的关系^[29]

試驗地	試驗区	1909年 (%)	1910年 (%)	1911年 (%)	平均 (%)
味坂	对照	25	28	18	23.6
	单用大豆粕	30	28	20	26.0
御原	对照	31	30	18	23.0
	单用大豆粕	52	23	25	23.0

对照区:堆肥200貫,过磷酸鈣5貫,大豆粕21貫(1貫=3.75公斤,譯注)。

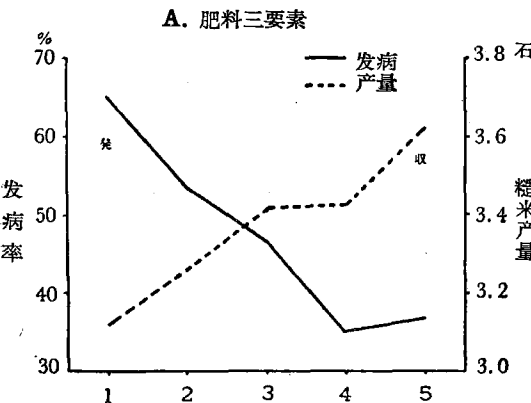
单施大豆粕区:大豆粕35貫(每10公亩)。

战后試驗研究的結果也显示同样的趋势。凡多施氮肥的,病害发生多;施氮肥区比不施的发生多;氮素用量影响到发病的程度,用量愈大的发病愈重^[314];由于品种的不同,氮肥的影响也不同;施用氮肥,尤其是无机氮肥,发病程度增加^[119];保肥的湿田发生也多^[110,111];淹水地区病害的发生与施肥量的关系不大;在非淹水地区,多施氮肥的发生就重^[320];氮肥用量多的地方为害大^[48];氮肥施用多的

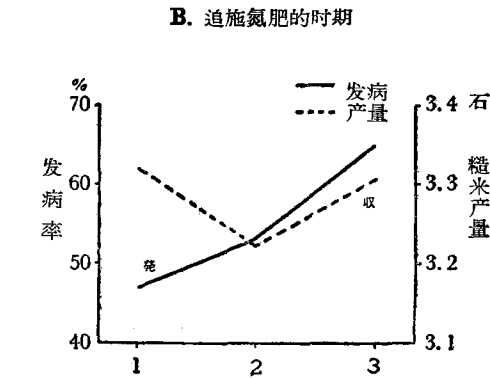
地区,病害发生早而重^[264];等等。

关于氮素以外其他成分的影响:例如只施氮肥而不施钾肥的发病重,多施钾肥的地区就轻^[314];少施钾肥的发病程度重^[119];以頁岩土为客土的地区发生多,客土量的比例与发生轻重有关,因为稻株对硅酸盐和镁盐等的吸收量很大,而且它們还可使肥料成为迟效状态^[111];在三要素試驗中,无磷肥的发

病最重,其次是无氮、无钾和无肥区;在肥料的种类方面:以固型肥料①的作用最显著,其次是堆肥、硅酸钾,而以无硫酸根的肥料的作用最小^[115];硅酸钾的影响不明显^[126];以頁岩土为客土的发病重^[58,264];多氮及多施硅、镁肥料的、迟施钾肥的以及以硅肥作追肥的,发病都多^[59,61](東海近畿农試,1959~1960);关于肥料分施的时期,如果是三要素,則在孕穗初期



三要素量 (貫/10 公亩)		試驗区				
		1	2	3	4	5
基肥	N	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	P ₂ O ₅	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	K ₂ O	—	1.0	2.0	3.0	2.0
追肥	N	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	K ₂ O	—	—	—	—	1.0



三要素量 (貫/10 公亩)		試驗区		
		1	2	3
基肥	N	3.0	2.5	2.5
	P ₂ O ₅	2.0	2.0	2.0
	K ₂ O	2.0	2.0	2.0
追肥	N	—	0.5	0.5
	(月日)		(7月31日)	(8月10日)

移栽期 7月1日

图2 肥料与发病和产量的关系(佐賀农試, 1929~1931)
(1石=180.39 升, 譯注)

至末期施用时,稻的感受性最高,对氮素和磷素,則在幼穗形成期以后最高,钾肥的这种影响尤其显著^[71];关于草木灰和石灰在初期施用的問題^[29],近年来的研究結果也不一致(鹿兒島农試, 1952年;九州农試, 1950, 1954, 1955年)。再者,前作种类与病菌的越冬有关(見后)。油菜、蚕豆茬地比小麦、黑麦茬地发生多,蘿卜留种田比黑麦茬地发生多,氮肥用量多也是前者病重的原因之一^[106]。

肥料問題中还有缺肥与病害的关系:土壤缺肥的情况下,发病就会增加^[118];水稻不同生长期缺肥时,以有效分蘖期缺肥区发病最重,其次是增施穗肥区,再次是全期追肥区。有效分蘖期缺肥的发病多,除了应考虑缺肥对水稻的生理影响外,还必须考虑到缺肥后追肥所带来的影响^[204]。

表6 頁岩粉末客土量与发病的关系^[111]

	病叶率(%)	
	干田状态	湿田状态
无客土(对照)	15.74	26.98
每段施頁岩粉客土 1,000 貫	18.22	27.26
每段施頁岩粉客土 2,500 貫	18.46	31.44
每段施頁岩粉客土 5,000 貫	26.07	35.20
每段施頁岩粉客土 10,000 貫	25.81	48.95
每段施頁岩粉客土 20,000 貫	33.84	72.39

譯注: 1段=9.917 公亩

① 以硫酸铵、过磷酸钙、钾盐为主要原料加泥炭混合制成的顆粒复合肥料,粒徑 6~12 毫米,每粒重量 15~20 克,各厂出品成分比例各异,日本規定 N·P₂O₅·K₂O 之含量应在 7.5% 以上。

表7 施肥和断根与发病的关系
(东海近畿农试, 1959)

	未接种		8月19日接种		9月1日接种	
	无处理	无处理	8月19日 断根	无处理	9月2日 断根	
多氮肥区	16.0	16.3	27.9	18.2	26.9	
多硅酸镁区	24.5	21.3	29.3	17.4	26.8	
无硅酸镁区	12.4	17.7	23.0	12.9	16.0	
普通区	17.0	13.2	26.4	13.6	20.6	
追施钾肥区	16.4	16.7	26.6	16.0	18.5	

其次是关于本田期的灌溉水:水分不足,经常不排水而贮水的稻田发生多^[208];在应该灌水时而未能保持水层以致干燥的田、以及深水灌溉的田,发生均多^[243];深水灌溉的发病重,其影响比施肥量的影响还大;交互灌水(译者注:可能是指干干湿湿的间断灌水)的也稍多^[29];耕作层浅而干湿变化大的稻田发生多,经常保持浅水湿润的较轻^[318];灌溉水流动的情况下,病害发生显著减少,其原因之一是稻的生长发育不良和水温很低。干旱缺水的年份发生也多^[118];抽穗后断水早的田,病害发展显著^[104](九州农试,1955);间断灌水、田土很干以及早期断水的田,发生均多^[46];在最盛分蘖期至孕穗期排水烤田的发病程度很轻,在其他营养生长期排水的比经常贮水的发病轻^[115];畦式栽培的比普通栽培的稍轻(九州农试,1951年),畦式栽培的比培土栽培的发病也稍低^[115]。

此外还有播种期、移栽期、栽植密度和深耕等耕作条件的影响:移植期早的发生多^[9];也有指出深耕田发生稍少的报告^[147],一般以看不出有很明显的关系者居多^[29,46,243](熊本农试,1954年)。

综合上述本田期的各种耕作条件,可以看到在本田期的施肥方面,一般都认为氮肥用量多则病害发生多而重;追肥过迟的也重。在磷肥方面,缺磷对发病的影响很大,磷肥不足有助长发病的倾向。磷肥本身的影响,目前还不清楚。在钾肥方面,一般缺钾时发病多,特别是当氮肥用量过多而钾肥不足时影响最大。钾肥追施迟的发病也多。多施硅、镁肥料也有促进发病的作用。这些都与水稻根部的状态有很大的关系(见后),保肥能力的强弱可以认为是原因之一。与此有关的是前述病害在页岩土壤中发生较重,这一结果也是很有意义的。关于病害与缺肥状态的关系,还希望在今后作更进一步的研究。所有这些施肥与发病的关系,对于水稻抗病性(感病性)的影响,还有很多问题是今后需加以探讨的。在

灌溉水方面,一般是在深水灌溉或排水不良的田发生较多,这与病菌的侵染及稻根的生长发育状态是一致的。然而,关于灌水间断的关系,由于并不单纯与土壤、肥料及当地当年的气象等影响有关,也应从水稻生理方面去探讨。早期断水对病势的发展是有促进作用的。

V. 受 害

早已知道,稻白叶枯病对水稻的产量有很大的影响。但是关于准确测定受害程度的研究,还是最近几年才开始的。以前调查研究中所用的所谓“受害率”可作为各种发病率或发病程度的总称,依水稻外表上所能看到的受害情况如叶的病斑面积等,作为受害指数,用以比较稻株或试验区的发病程度。由于这些指标与水稻减产之间有一定程度的平行关系,因而在药剂防治效果的比较和品种抗病性鉴定等方面可以采用,但用来测定真正的受害率,还是很不夠的。

1. 发病程度的测定法

许多研究工作者制订了各种各样比较发病程度的标准。初期是以病叶率来判断发生的多少^[29](静岡农试,1927年;爱知农试,1929年等)。近年来,在药剂试验等方面,采用调查病叶占总叶数的百分率的简易方法^[84]。不久以后,又有以病斑面积占全叶面积的比例计算发病率或罹病指数的方法,并在品种抗病性的鉴定等方面,已被广泛采用。现将这些有代表性的方法列举如下:

农业技术研究所调查自然发病情况下品种间抗病性差异时,一株中除去枯死叶片外,全部叶片的罹病指数的计算方法如下^[182,223]:

$$\text{罹病指数} = \frac{10a + 5b + 2c}{a + b + c + d} \times 100$$

- a: 重度罹病叶数(病斑面积占全叶面积的40%以上)。
- b: 中度罹病叶数(介于a, c之间,平均为20%)。
- c: 轻度罹病叶数(占10%以下)。
- d: 健全叶数。

用多针接种法接种使稻株发病时,就病斑的扩展将每个接种点按0~4的分级加以测定,从而进行品种的鉴定(见后)。

九州农试场按下法计算自然发病时的植株发病率^[93]:

$$\text{发病率}(\%) = \frac{1}{N} \left(\frac{1}{6}a + \frac{3}{6}b + \frac{5}{6}c + d \right) \times 100 \quad (\Delta)$$

- a: 病斑总面积占叶片总面积1/3以下的株数

b: 占 1/3~2/3 的株数
 c: 占 2/3 以上的株数
 d: 全部叶面积发病的株数
 N: 調查株数

計算植株各莖秆上劍叶与第 2 叶或第 3 叶的发病率,可測定受害的情况(九州农試, 1955 年等):

$$\text{稻株全部叶片的发病率}(\%) = \frac{\text{标准区稻株各叶片健全率的平均和} - \text{病株各叶健全率的和}}{\text{标准区稻株各叶健全率的平均和}} \times 100$$

$$\text{稻株劍叶及第 2 叶的发病率}(\%) = \frac{\text{各莖劍叶及第 2 叶的枯死程度的和}}{\text{莖数} \times 2 \times 4} \times 100 \quad (\text{B})$$

在发病率愈高或愈接近生长发育末期时,这两种发病率的相关性愈高;在稻株发病率的平均值之間,相关性更高。从劍叶及第 2 叶的发病率,可以推算出全部叶片的发病率^[94]。当用針束接种而发病时,可用特殊的測定板和測定尺来测量病斑部的实有面积;也可以用病斑面积的平方根来进行品种的比较等等(見后)。此外,在广泛的范围內对一般大田的发病程度进行調查比較时,可用图 3 所示的标准,按“无”~“甚”六个級別来观察記載(九州农試, 1957 年)。

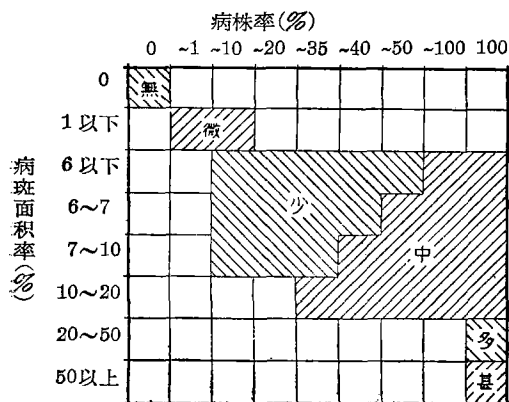


图 3 大田发病程度的調查标准(九州农試)

東海近畿农試場将各个叶片的病斑面积占叶面积的比例作为发病率的标准,分为 0(健全)~V(綠色全部喪失)的病斑型^[85](東海近畿农試, 1951 年),并据此定为 0~5 級的发病指数,以上位三叶的平均值作为每株的指数来調查它与受害之間的关系(東海近畿农試, 1954 年)。如果是用針束接种的,則用 0~30 的指数表示(東海近畿农試, 1955 年)。然后再从病斑型与受害的关系来推算受害(減产)的多少^[88](見后)。

預測发生的工作是在大田中任意选择 100 株,各株的发病程度按下述方法計算^[117]①(見后)。

$$\text{每株病斑面积率}(\%) = \frac{n \cdot x}{N} \times 100$$

枯死程度 0: 病斑面积占叶片总面积的 12.5% 以下 (健全率 100)

枯死程度 1: 占 12.5~37.5% (健全率 75)

枯死程度 2: 占 37.5~62.5% (健全率 50)

枯死程度 3: 占 62.5~87.5% (健全率 25)

枯死程度 4: 占 87.5 以上。(健全率 0)

x: 各株最长的三莖秆上病叶的病斑面积率(%) 的平均值

n: 病叶数

N: 总叶数

此外,研究者还用各种不同的发病率,但多数是按病斑面积的百分率来分級,并給予一定的指数^[117,118,162,231]。

2. 受害及受害調查

2.1 受害

有关因稻白叶枯病而受害的报告很多,今归納如下:

由于发病的影响,谷粒或糙米的容量、重量或一升重(1 日升=1.804 升,譯注)和千粒重减少,出米率降低,不稔粒、粃粒、碎米及杂屑米增加^[29,53,66,116,137,243]。稻草重也減輕^[29,65,243],质地柔軟而不硬^[243]。在糙米的成分方面,可溶性非氮化物减少,粗蛋白等增加,米粒不完全成熟^[65],但每穗粒数并不因发病而有变化^[116]。

因本病而減产的報告也很多。以鎮村为单位,減产約 2~15%;发病田中損失 2~3 成,最高达 5 成以上^[243]。为害程度中等的,稻谷容量减少 18.7%,重量减少 21.3%,稻草重减少 22.6%^[29]。在容量的减少中,谷粒减少 18%,糙米减少 26%^[65]。就常发地的发病面积而論,在四年中糙米容量減产率为 10.3~17%^[88]。当然受害程度可随发病程度而异,在发病程度为“甚”时,淨谷重减少約 32%;“多”时为 19%(新潟农試, 1958 年)。发病很重的时候,糙米重减低,谷粒和稻草重的比率降低^[119]。发病时期的早晚与減产程度有关,8 月中旬发病的,飽滿谷粒少于 9 月中旬发病的,谷粒重也降低^[142]。9 月下

① 以前所用的发病率^[211] 如下:

发病率=(发病程度系数×株数)的和。

发病程度按稻株上病斑面积百分率而分为“无”(0%)“少”(0.1~10%)、“中”(10~25%)、“多”(25~50%)、“甚”(51% 以上)五級;其系数分别为:0、0.5、2、4、7。

上述修正的实施綱要与发病程度的标准相同。