

キウイフルーツかいよう病の発病に及ぼす窒素施用量, 樹体成分, 地形と標高および防風垣の影響

牛山欽司・藤原俊六郎・北 宜裕*
青野信男*・小川潤子・郷間光安*

Kinji USHIYAMA, Shunrokuro FUJIWARA, Nobuhiro KITA,
Nobuo AONO, Junko OGAWA and Mitsuyasu GOHMA

Effects of applications of nitrogen, element contents in vines, lay and
location of orchards and windbreaks on the incidence of bacterial
canker of kiwifruit .

I 緒 言

神奈川県で栽培されていたキウイフルーツに、昭和57年頃から新しい細菌病のかいよう病が発生するようになった(6)。本病は、静岡県で数年前から発生が認められていた(1-5)がその生態等については不明の点が多かった。そこで、筆者らは千葉県暖地園芸試験場および静岡県柑橘試験場との共同研究として、昭和62年度から平成元年度までの3年間農林水産省の助成を得て地域重要新技術開発促進事業中核研究「キウイフルーツ細菌病の発生生態の解明と防除法の開発」の研究を行った。本共同研究の防除対策についての成果は既に報告(7)し、生態等についても別報(8,9)にて報告した。本報告はこの中核研究の中で得られた窒素施用量、樹体成分や地形、防風垣等の発病に及ぼす影響についての知見をとりまとめたものである。

共同研究を行うにあたり、ご指導いただいた農林水産省農林水産技術会議事務局振興課、農業研究センターおよび果樹試験場の関係各位に深く感謝を申し上げます。また、元農林水産省果樹試験場高梨和雄博士には本研究の当初から終始ご指導をいただき、本稿のご校閲をお願いした。衷心よりお礼申し上げます。

* 神奈川県庁

II 材料及び方法

1. 窒素施用量の異なった樹体の発病試験

供試樹 径70cm200ℓ容ポリ容器に排水用の穴をあけ、腐植質黒ボク土(土性L)を詰めて屋外ほ場に埋設した。1987年4月に2年生‘ヘイワード’苗を植え、各処理2~4反復とした。

施肥量 供試樹1本当たりN, P₂O₅, K₂O各66gを標準(N-1)とし、N量についての0, 0.5, 1.5および2倍の区を設けた。肥料は秋肥、春肥の2回に分施し、春には堆肥1kgをマルチ施用した。

樹液成分および葉の成分分析 樹液は1989年3月27日に各樹の枝1本を切除し、溢出してくる樹液を採取してイオンおよび液体クロマトグラフィで分析した。葉は、1989年6月19日に各区から20枚採取し、湿式分解後分析した。葉色は富士葉色グリーンメータによって測定した。

かいよう病菌の接種と発病調査 1989年12月13日各樹の1年生枝の先端を切除し、かいよう病菌L11菌液(10⁸cfu/ml)を含ませた脱脂綿を貼付け、ポリ袋で24時間保湿して接種した。発病調査は、1月24日(初期発病)と2月23日(発病盛期)に切り接種部および枝の節部を強く押し、菌泥の噴出の認められた節部までの距離を測定し、両調査日の距離を差し引きした値を枝発病伸展距離差とした。

樹体成分と発病との関係検討 上記樹液および葉の分析値と枝の発病との相関関係について検討した。

2. 園地の地形および標高による発病状況調査

1987年5～6月に下曽我別所地区18園, 早川地区8園, 片浦地区15園, 湯河原地区2園, 中井・大井地区12園について発病状況を調査した。1988年4月小田原市根府川地区3園, 6月に湯河原町門川地区4園について発病状況を調査した。調査園は明細地図に記入し, 地形および標高との関係について検討した。

3. 防風垣と発病との関係実態調査

調査1; 小田原市根府川の1984年来発病の激しい園において, 1988年4月に枝幹部の発病を, 同年5月に葉の発病程度を調査し, 防風垣との関係を明示した。

調査2; 小田原市江の浦の1987年から発病した園において, 1988年9月に発病状況を調査した。

発病程度; 無(0), 軽(枝発病カ所1～2), 中(3～5), 多(6カ所以上又は主枝の発病), 甚(主枝の発病数カ所又は主幹の発病)の基準で調査した。

Ⅲ 成 績

1. 窒素施用量の異なった樹体の発病試験

樹体成分 2年間の処理により, 樹液成分(第1表), 葉色や樹体内成分(第2表)に明確な差が認められた。樹液中の糖(フラクトース(Fra.), グルコース(Glu.), シュークロース(Suc.))含量は窒素標準量N-1で最も多く, 窒素量を多くしても少なくしても糖含量はN-1よりも少なくなった。施用窒素量が多くなるにしたがい, 葉色が濃くなり, 全窒素含量が多くなり, リン酸(PO₄), カリ(K), カルシウム(Ca)含量は少なくなった。

窒素施用量と発病 12月13日に接種した処理区の枝の発病状況を第3表に示した。切口部からは1月20日頃から菌泥の噴出が認められるようになり, 1月23日には接種切口部から離れた芽部からも菌泥が噴出するようになった。2月23日には切口部から菌泥の発生する枝が多くなった。1月23日の発病初期の切口部の発病率は適正

第1表 窒素施用量の違いが樹液成分に及ぼす影響

処理区	Fra. mg/ℓ	Glu. mg/ℓ	Suc. mg/ℓ	Cl mg/ℓ	PO ₄ mg/ℓ	NO ₃ mg/ℓ	SO ₄ mg/ℓ	Ca mg/ℓ	Mg mg/ℓ	K mg/ℓ
N-0	371	231	73	50	168	133	143	667	102	247
N-0.5	2512	612	283	85	132	219	75	732	104	312
N-1	3704	840	904	41	63	166	105	527	58	160
N-1.5	2897	815	350	47	58	115	64	564	85	208
N-2	2955	627	431	81	147	310	80	693	104	54

1989年3月27日採取, 分析

第2表 窒素施用量の違いが葉の成分に及ぼす影響

処理区	葉色	葉幅 mm	葉重 g/枚	T-N %	P %	K %	Ca %	Mg %
N-0	1.27	11.1	4.57	2.65	0.396	2.33	1.27	0.44
N-0.5	1.85	13.7	6.09	2.90	0.359	2.44	1.27	0.36
N-1	1.90	12.7	5.58	2.94	0.224	2.21	0.92	0.30
N-1.5	1.92	12.9	4.96	3.09	0.205	1.90	0.75	0.25
N-2	2.08	12.8	3.81	3.25	0.191	1.92	0.71	0.26

1989年6月19日採取, 分析

第3表 窒素施用量が枝のかいよう病発病に及ぼす影響

処理区	発病初期 ^{z)}		発病盛期 ^{y)}		枝の発病伸差
	接種切口発病率 ^{x)}	発病伸距離	接種切口発病率 ^{x)}	発病伸距離	
	%	cm	%	cm	
N-0	50.0	0	75.0	33.5	33.5
N-0.5	50.0	7.7	83.3	51.7	44.0
N-1	37.5	7.5	100	30.0	22.5
N-1.5	16.7	3.0	50.0	24.0	21.0
N-2	50.0	6.5	100	22.5	16.0

1989年12月13日L11菌液 10^8 cfu/ml²⁴時間接種、
z)：1月23日調査、y)：2月23日調査、
x)：菌泥発生及び枯れ込み切口

窒素の1.5倍量区(N-1.5)で最も低く、適正施用量N-1区でも低かったが、N-0区やN-2区では50%と高かった。N-0区では発病伸差がみられなかったが、N-1.5区では他の区よりも発病伸差が少なかった。2月23日の発病盛期になってもN-1.5区の切口発病率は50.0%と低かったが、N-1および2区は100%、N-0区75.0%、N-0.5区83.3%と高かった。しかし、発病伸差距離はN-2区のほうが少なく、窒素量が少ない区のほうが多かった。発病初期から発病盛期までの発病伸差距離の差は、窒素量が多いほど小さくなる傾向がみられた。

樹液成分と発病との関係 樹液成分と発病との相関関係を第4表に示した。樹液成分では発病初期のフラクトースと伸差距離が正の相関関係が認められ($r=0.805$)、リン酸と切口発病率($r=0.851$)、発病盛期の

第4表 樹液および葉成分と枝病斑伸差との相関係数 (n=5)

調査項目	発病初期(1/23) ^{z)}		発病盛期(2/23) ^{y)}		枝病斑伸差距離差	
	切口発病率	伸差距離	切口発病率	伸差距離		
樹液成分	Fra.	-0.393	0.805	0.307	-0.218	-0.465
	Glu.	-0.636	0.642	0.028	-0.247	-0.447
	Suc.	-0.238	0.663	0.525	-0.258	-0.465
	Cl	0.591	0.464	0.326	0.435	0.313
	PO ₄	0.851	-0.279	0.267	0.287	0.381
	NO ₃	0.598	0.602	0.700	-0.001	-0.180
	SO ₄	0.455	-0.545	0.205	0.035	0.198
	Ca	0.746	0.053	0.176	0.536	0.541
葉形態	Mg	0.513	-0.267	-0.139	0.283	0.373
	K	0.011	-0.207	-0.471	0.811	0.905*
	葉色	-0.280	0.774	0.263	-0.250	-0.490
葉中成分	葉幅	-0.171	0.823	0.099	0.335	0.104
	葉重	-0.113	0.409	0.072	0.756	0.664
	T-N	-0.292	0.505	0.151	-0.516	-0.686
	P	0.536	-0.386	-0.117	0.740	0.883*
	K	0.570	0.059	0.203	0.884*	0.901*
	Ca	0.542	-0.209	-0.010	0.835	0.930*
	Mg	0.583	-0.466	0.002	0.578	0.739

z)：()内調査月/日、

* 5%の危険率で有意性あり

カリと伸展距離 ($r=0.811$) にもそれぞれ正の相関関係があり、特にカリと枝病斑伸展距離差との関係では正の相関関係が高かった ($r=0.905^*$) (第1図)。NO₃-N含量との間には明らかな関係は認められなかった。

葉の成分と枝の病斑伸展距離との関係では、発病盛期の病斑伸展距離との間にカリ ($r=0.884^*$) とカルシウム ($r=0.835$) 含量が正の相関関係があり、初期病斑伸展距離を差し引いた差との間でリン ($r=0.883^*$)、カリ ($r=0.901^*$)、カルシウム ($r=0.930^*$) で特に高い相関係数が得られた (第1図)。全チッソ (T-N) との間には明らかな関係は認められなかった。

2. 園地の地形および標高による発病状況調査

下曾我地区18園は、曾我丘陵の標高200~240mの頂上部付近に集団化しており、発病樹率0~75%で、葉の発病は軽~多であり、発病樹率や葉の発病の多い園は比較的まとまっていた (第2図A)。

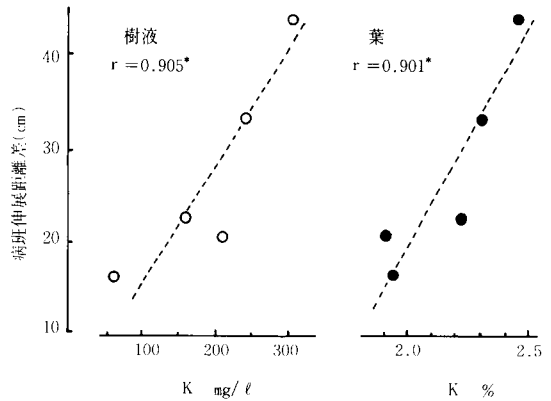
早川地区は1985年から発病がみられるようになった地区である。調査園の8園は海岸線の急傾斜地で、標高100~270mに位置し、特に高い位置の240~270mの風当たりの強い所での発病が多かった。

片浦地地区15園は、海岸線の急傾斜地で、標高100~230mに位置し、120m以下では発病が見られなかったが、160m以上の園で発病があり、220mの園では激しい発病があった。この地域は、1983年から一部に発病があったが、1985年以降に発病区域が拡大してきた (第2図C)。

中井・大井地区の12園は、内陸丘陵の標高240~260mの台地で、発病樹100%の激発園が隣接し、その周囲に発病園がまとまっていた。この地区の発病は1985年からで、1986~1987年にやや拡大しつつあった (第2図B)。

1988年調査の小田原市根府川地区の3園は、海岸から1.2km入った標高200~230mに位置し、東向き傾斜園であった。No.1園は1984年から園の窪地から発病が始まり、年々周囲に拡大した。No.2園は、No.1園にヒノキの防風垣で隣接した西側の園であり、1985年から発病し始めた。No.3園は、No.2園の西南方向のやや沢筋に位置して1986年から発病した園で、激しい枝幹部の発病があった (第3図A)。冬~春における風の主方向は北東から南西方向であった。

1988年調査の湯河原町門川地区のNo.1園は、3年前の1985年頃から葉の病斑が認められていたが、1988年になって1樹の主枝に発病がみられるようになった。No.1園の周囲3園にも1988年になって葉の病斑がみられるようになり、1園では3樹の主枝にも発病があった。この園地は南東向きの急傾斜階段畑であるが、各園は10



第1図 樹液および葉中のカリ含量と枝の病斑伸展との関係

~25aと小さく、園の周囲にマキの防風垣が完備されていた。No.5園は、No.1園から300mほど南方向に離れた尾根筋に位置し、1988年になって65樹中10樹 (15.4%) の小枝に発病がみられ、葉の発病は部分的に激しかった (第3図B)。冬~春の風の主方向は西から東方向であった。

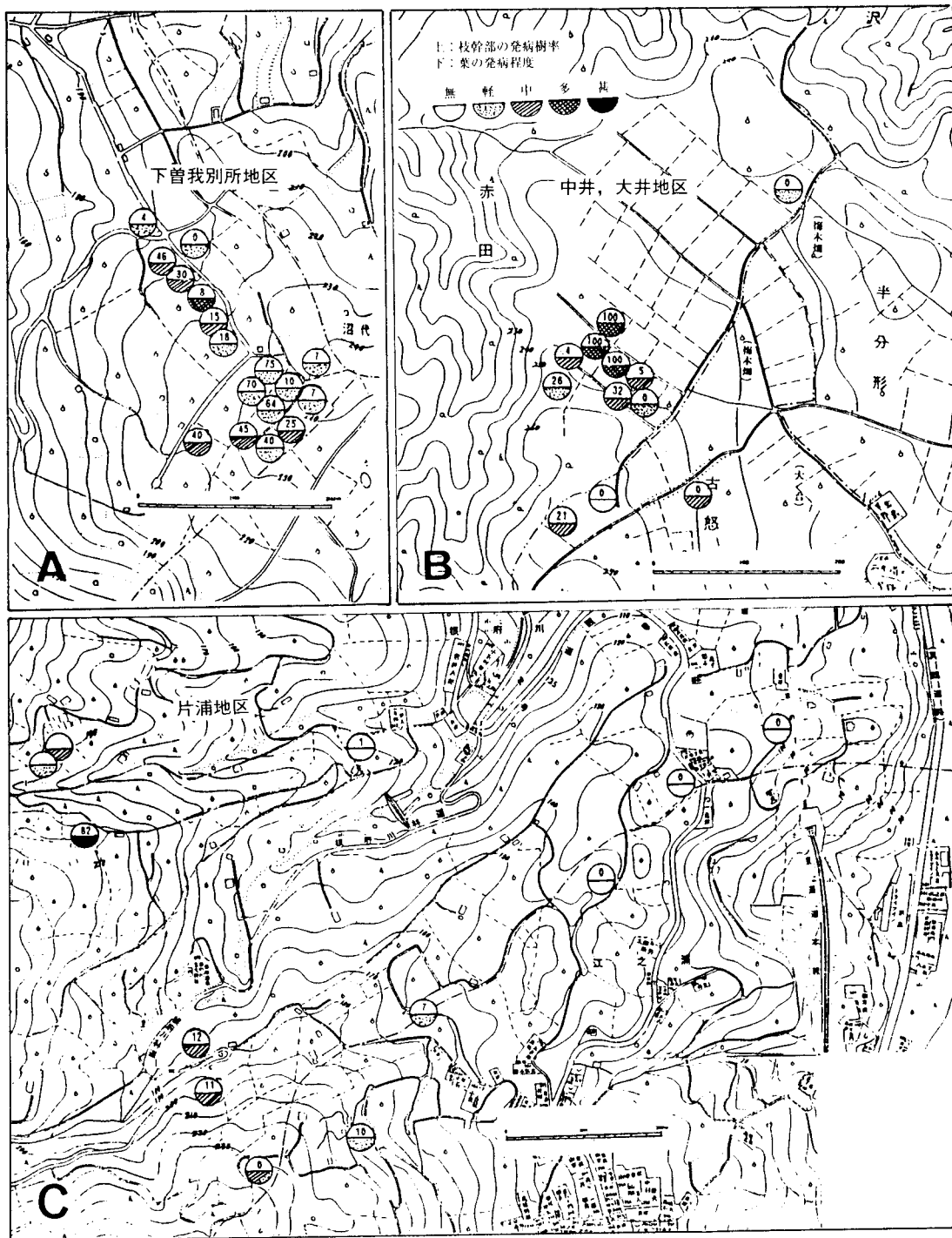
3. 防風垣と発病との関係実態調査

小田原市根府川地区の調査結果を第4図に示した。激発ほ場は、北東向の傾斜地で、標高210~230mに位置していた。園の西側には高さ15mのヒノキの防風垣が設置されているが、園の下側では防風垣が切れていて、海側からの風や山風は常に吹き抜ける状態であった。このような中での発病状況は、防風垣に近く囲まれているところの樹は、明らかに発病程度は軽く、発病していてもその被害は軽かった。被害の軽い範囲は、防風垣から15~20mの範囲であった。

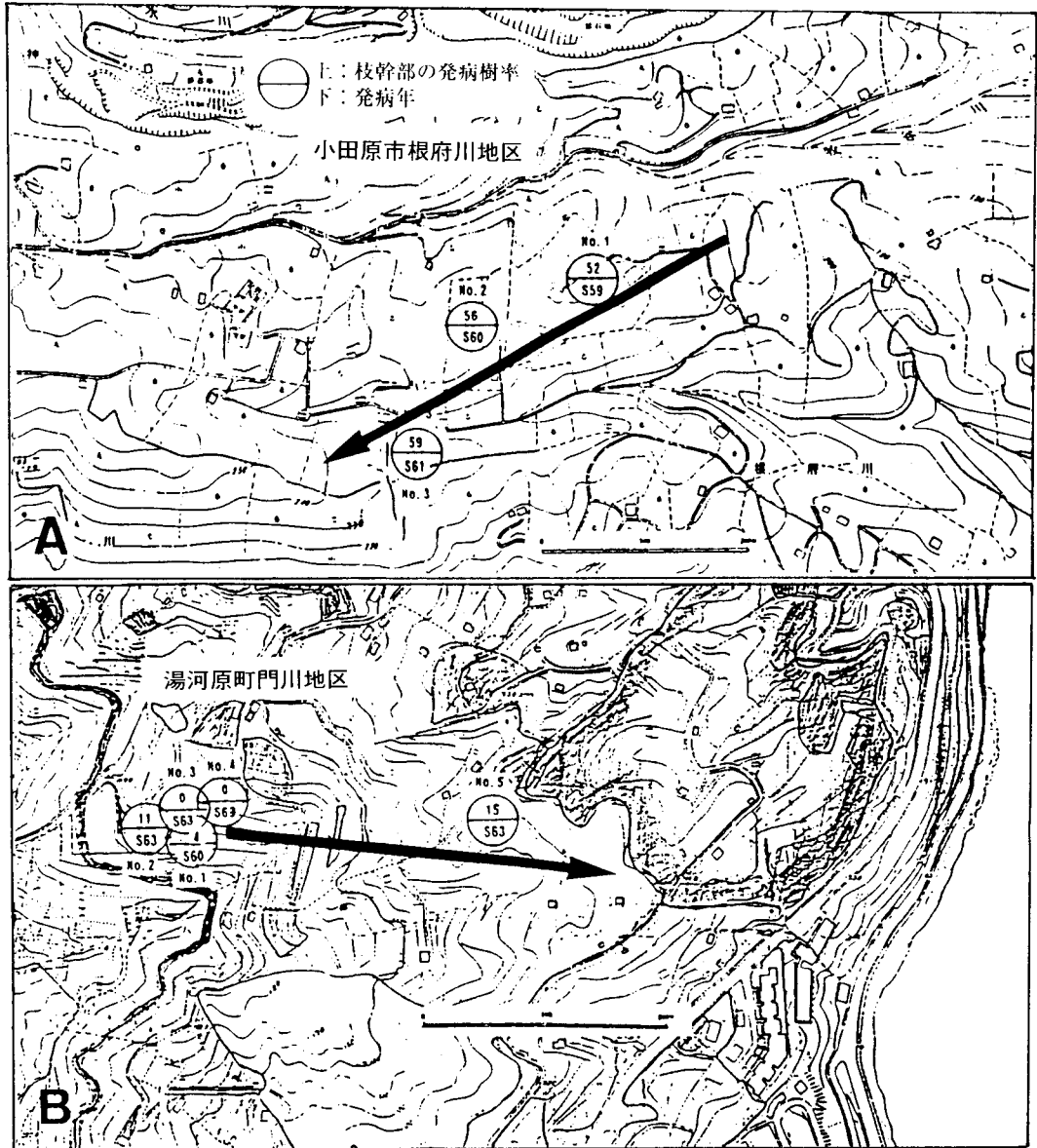
小田原市江之浦地区の園は、標高140mに位置した平坦地であり、周囲が山林と防風垣で囲まれていたが、西に10m、南に5mの防風垣の切れた部分があり、その近くの部分の樹の発病が激しく、奥に位置した防風垣に囲まれた部分の樹にはほとんど発病がみられなかった (第5図)。

IV 考 察

窒素施用量を変えて2年間処理した樹は、明らかに樹体成分に差が認められるようになっていた。このような樹の枝を切って切口に病原細菌を接種した結果、発病初期には適正窒素施用区で発病が少ない傾向が認められ、



第2図 地形、標高とかいはよう病の発生状況(1) (1987)
 A：下曾我別所地区(丘陵の頂部付近) B：中井・大井地区(内陸丘陵台地)
 C：片浦地区(海岸急斜地)



第3図 地形、標高とかいよう病の発生状況(2) (1988)

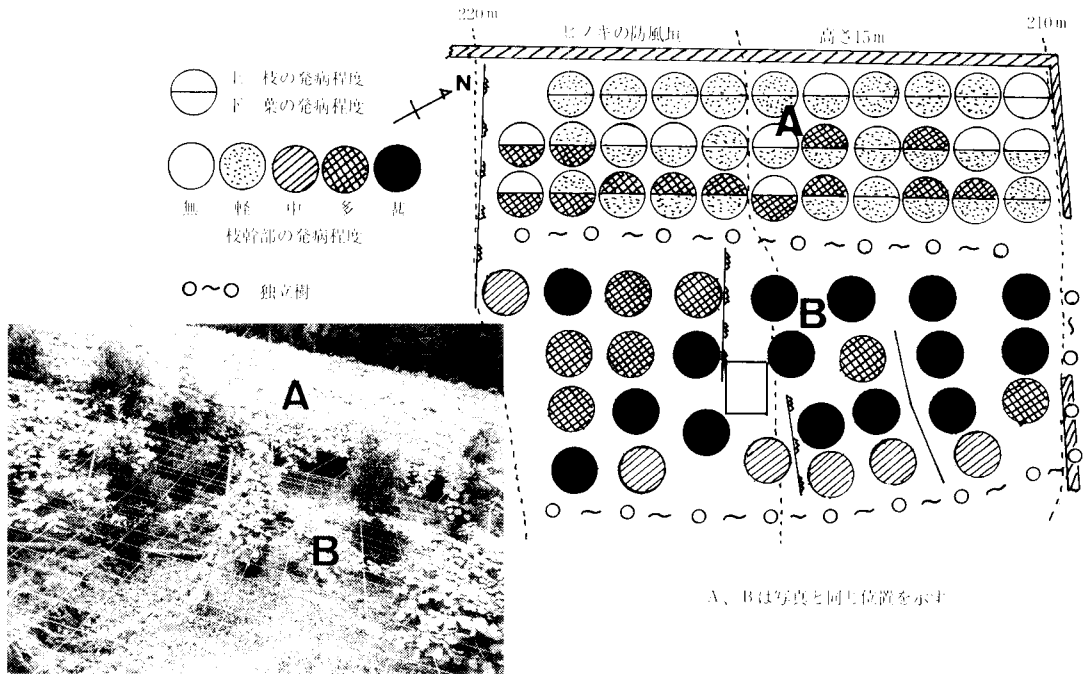
A: 小田原市根府川地区 B: 湯河原町門川地区

矢印は冬～春における風の主方向を示す

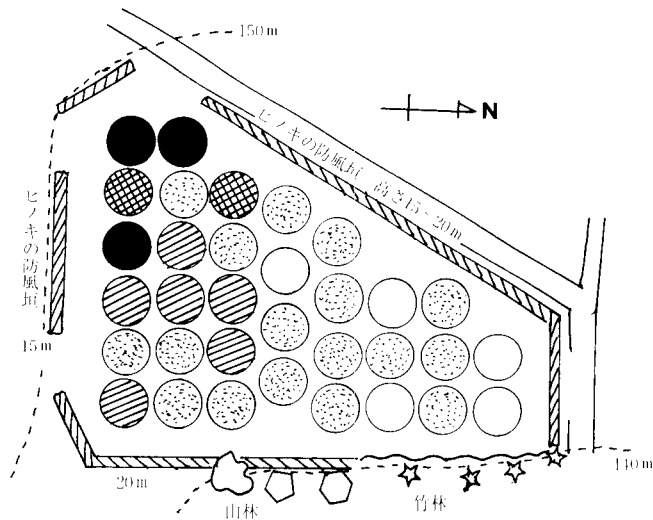
N-0区で枝発病伸展が認められなかったことから、発病初期には窒素の影響があるように思われた。しかしながら、発病盛期では窒素施用量との間には明らかな関係はみられず、樹液成分の $\text{NO}_3\text{-N}$ や葉のT-Nとの間に高い相関関係が認められなかった。このことから、病原細菌の移行には単なる窒素量との直接的な関係ではなく、

他の要因が関係するものと考えられる。

樹液成分および葉のカリ含量と枝の病斑伸展距離との間に高い正の相関関係が認められた。カリは吸収され易く、樹体内での移行も早いことと何らかの関係があるものと思われ、かいよう病菌のカリの利用等についての検討が必要である。



第4図 防風垣とかいよう病発病との関係(1) 小田原市根府川用の例



第5図 防風垣とかいよう病との関係(2) 小田原市江之浦用の例

園地の地形と標高との関係について調査した発病園は、いずれも標高の高い所に位置しており、冬季低温になり易い所や風当たりの強い所で本病が発生し易いことが示唆された。小田原市根府川地区の3園の発病状況をみる

と、No. 1園からNo. 2園、No. 3園へと順次伝染したことは明らかで、冬～春の南東方向からの風雨等による飛散があったものと思われる。その距離はNo. 1園とNo. 2園の間がおおよそ100m、No. 2園とNo. 3園の間は120～130m

であった。湯河原町門川地区は、春先に陸から海方向に吹く東風が多く、No. 1園からNo. 5園の方向と一致したことから、風雨によって飛散し、発病したものと考えられる。この間の距離は約300mであり、条件によっては病原細菌は120~300mは飛散することが明らかになった。

防風垣と発病との関係についての調査の結果、防風垣の無い所の樹の発病が激しく、防風垣に囲まれて風の影響を受けにくい所の樹の発病が軽かった。キウイフルーツは葉が大きくて風による傷ができ易いことから、ニュージーランドにおいては防風垣の設置が必須条件とされている(10)。本病原細菌の感染を回避するためには、防風垣の役割は極めて大きいものと思われるが、実際の栽培においては日陰になって果実品質に影響することや、後の管理の上からも防風網の設置が有効かと思われる。

V 摘 要

キウイフルーツかいよう病の発病に及ぼす窒素施用量、地形や標高および防風垣の影響について検討した。

1. 2年間窒素施用量を変え、樹体の養分状態が異なった樹にかいよう病菌を接種して発病状況を調査した結果、発病伸展に施用量の影響があったが、樹体成分のチッソ成分含量との間には有意な相関関係は認められなかった。しかし、カリ含量との間には高い正の相関関係が認められた。

2. 発病園の現地調査の結果、標高の高い風当たりの強い園、防風垣の不備な園での発病が多く、発病の拡大は風の方向と一致し、120~300mの距離に病原細菌が飛散して発病した事例があった。

3. 標高の高い位置の風当たりの強い園であっても、防風垣に囲まれた所の発病程度は軽く、防風垣の効果が認められ、本病の対策には防風垣等の完備の必要性を確認した。

引 用 文 献

1. 芹澤拙夫・市川 健・瀧川雄一・後藤正夫. 1985. Kiwifruitの新しい細菌病. 日植病報 51: 53 (講要).
2. 芹澤拙夫. 1986. キウイかいよう病の発生生態と防除の問題点. 植物防疫. 40: 390-394.
3. SERIZAWA, S., ICHIKAWA, K., TAKIKAWA, Y., TUYUMU, S. and GOTO, M. 1989. Occurrence of bacterial canker of kiwifruit in Japan: Description of symptoms, isolation of the pathogen and screening of bactericides. Ann. Phytopath. Soc. Japan. 55: 427-436.
4. 瀧川雄一・芹澤拙夫・市川 健・後藤正夫. 1985. Kiwifruit 細菌病の病原細菌について. 日植病報 51: 53 (講要).
5. TAKIKAWA, Y., SERIZAWA, S., ICHIKAWA, T., TUYUMU, S. and GOTO, M. 1989. *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* pv. nov.: The causal bacterium of canker of kiwifruit in Japan. Ann. Phytopath. Soc. Japan. 55: 437-444.
6. 牛山欽司・高梨和雄・青野信男. 1986. 神奈川県におけるキウイかいよう病の発生. 関東病虫研報 33: 152-153.
7. 牛山欽司・北 宜裕・青野信男・小川潤子・重田利夫. 1990. キウイフルーツかいよう病の総合的防除対策. 神奈川園試研報 40: 19-34.
8. 牛山欽司・北 宜裕・青野信男・小川潤子. 1991. キウイフルーツかいよう病菌の枝組織での感染・増殖および罹病落葉内での動態と土壌伝染性. 神奈川園試研報 41: 41-51.
9. 牛山欽司・小川潤子・北 宜裕・小田切克治. 1991. キウイフルーツかいよう病菌の生育および発病に及ぼす温度の影響. 神奈川園試研報 41: 35-40.
10. WARRINGTON, I. J. and WESTON, G. C. 1990. Kiwifruit: Science and Management. 259-260. New Zealand Society for Horticultural Science Inc. Ray Richards Publisher. Auckland.

Summary

Effects of various applications of nitrogen over a two year period on the incidence of bacterial canker of kiwifruit were investigated. The results showed that these applications showed no correlation between the spread of the disease and the amount of nitrogen in plant tissue. However, a highly positive correlation with the levels of potassium in the tissue could be seen.

Diseased orchards were most commonly located at high levels, subject to strong winds without wind-

breaks. The spread of the disease corresponded closely with the direction of the wind. The pathogenic bacteria dispersed to a distance of 120 to 300 meters and caused new outbreaks of the disease. In orchard located at high levels, but protected by windbreaks, disease levels were slight, showing the effectiveness of the windbreak and confirming their necessity as a measure against the spread of the disease.

