



Title	ホップ矮化病に関する研究（第1報）
Author(s)	山本, 初美; 鏡, 勇吉; 黒川, 幹夫; 西村, 三郎; 久保, 真吉; 井上, 正保; 村山, 大記
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 7(4), 491-512
Issue Date	1970-12-28
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/11813">http://hdl.handle.net/2115/11813</a>
Type	bulletin (article)
File Information	7(4)_p491-512.pdf



[Instructions for use](#)

# ホップ矮化病に関する研究 (第1報)

山本初美・鏡 勇吉・黒川幹夫・西村三郎

(麒麟麦酒株式会社喜多方・鏡石忽布処理場)

久保真吉

(麒麟麦酒株式会社総合研究所)

井上正保・村山大記

(北海道大学農学部)

## Studies on hop stunt disease I

Hatsumi YAMAMOTO, Yukichi KAGAMI, Mikio KUROKAWA  
and Saburo NISHIMURA

(Kirin Brewery Co., LTD., Kitakata and Kagamiishi Hops Preparation Plant)

Shinkichi KUBO

(The Research Laboratories of Kirin Brewery Co., LTD.)

Masayasu INOUE and Daiki MURAYAMA

(Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture,  
Hokkaido University, Sapporo, Japan)

Received July 6, 1970

### I. 緒 言

1960年頃より、福島県下でホップの異常生育株の発生がかなり多く認められ、その症状から杉の木型ホップあるいは矮生ホップと呼ばれ、その原因の究明が焦眉の急となった。この症状は1952年頃からすでに古くからの栽培地帯に散見されたが、それ以前にも観察されていたようである。その後ホップ栽培が一時的に減少することによって目立たなくなったが、次第に該症状を示す株が増加するとともに、その後の増反、新植、圃場の集団化によって急速に本症状株が増加し、発生圃場もいちじるしく広がってきた。

1966年度より本症状の発生実態について調査を行ない、また伝染実験などにより、本症状はウイルスによるものであることを確かめたので、本症状に対して矮化病 (hop stunt disease) なる名称で呼ぶこととした。なお長野県飯山市付近に発生する本病類似の病害に対して外様病なる病名が付されている。しかし外様病と本病との関係も明白ではなく、かつ外様病は一般に公表された病名ではないので、将来同一病害とされた場合も矮化病

なる病名で統一したいと思う。なお長野県のほか、山形県あるいは岩手県下にも本病ときわめて類似した症状の株が認められており、これらについてはさらに将来の研究を要するものと思われる。なおわが国以外で本病類似の病害については報告されていないようである。

本論文ではその発生実態の調査と伝染実験の一部をとりまとめて第1報とした。なお防除試験については第2報にまとめて報告する予定である。

本文を草するに当たり、種々有益な御教示を得た東京教育大学名誉教授平塚直秀博士、北海道大学元農学部長石塚喜明博士、試料の分析をして頂いた山梨大学教育学部丸田宏助教授、線虫の分離をして頂いた福島県農業試験場病理昆虫部川島嘉内氏、線虫の分類につき教示を受けた北海道大学農学部応用動物学教室田村弘忠氏に対し、衷心より感謝の意を表す。また本実験遂行に当り御援助を得た北海道大学農学部植物学教室の方々には深甚の謝意を表す次第である。さらにサッポロビール株式会社原料ホップ担当の方々にも御援助頂いたことを付記し感謝する。

II. 福島県下における発生実態調査

1967年より本病の発生実態調査を行なった。調査は5月下旬より7月上旬の本症状の診断が容易な頃に行な

った。

A. 発病調査

会津地方および県南地方で本病の発生調査を行なった結果は第1表のごとくである。

第1表 福島県下における発病状況

地 方	発 病 率	発病圃場数		発 病 圃 場 の 面 積		発 病 実 面 積	
		1967	1968	1967 (a) (%)	1968 (a) (%)	1967 (a) (%)	1968 (a) (%)
会 津*	60%以上	60	46	402.0 ( 2.0)***	360.0 ( 1.8)	355.6 (1.8)	314.3 (1.5)
	60~30%	37	51	282.0 ( 1.4)	351.5 ( 1.7)	139.3 (0.7)	162.6 (0.8)
	30%以下	232	193	2,280.0 (11.6)	1,885.6 ( 9.3)	178.4 (0.9)	188.3 (0.9)
	計	329	290	2,964.0 (15.0)	2,597.1 (12.8)	673.3 (3.4)	665.2 (3.3)
県 南**	30~10%		8		227 ( 3.5)		68 (1.1)
	10%以下		83		1,644 (25.7)		34 (0.5)
	計		91		1,871 (29.2)		102 (1.6)
合 計			381		4,468.1 (16.8)		767.2 (2.9)

\* 調査対象面積 1967年 19,723 a (会津忽布農協総面積 21,713 aのうち)  
1968年 20,207 a ( " 22,464 aのうち)

\*\* 調査対象面積 6,401 a (県南忽布農協総面積), 発病実面積は発病率 10% 以下の圃場では発病株数を数えたが, 10~30% の場合には株数を数えず発病率を 30% としてあらわした。なお発病実面積は 1 株 3.3 m<sup>2</sup> として面積を算出した。

\*\*\* ( ) 内は調査面積に対する発病率

上表より発病の程度に多少の差はあるが, 381 圃場, 44.7 ha (全調査面積の 16.8%) に本病の発生が確認された。会津地方では発病率が 60% 以上に達する圃場面積は 1968 年には全体の 1.8%, 3.6 ha で前年より減少している。これは改植したり, 耕作を中止したためである。30~60% の発病圃場は増加しているが, これは前年 30% 以下であったものが, 圃場内で増加したためと考えられる。発病率 30% 以下の圃場は発病株を抜根, 改植したため減少した。すなわち, 抜根あるいは改植などを行なう

ことによって被害は減少する。県南地方では総面積の約 1/3 が発病しているが, 発病率が 10% 以下の圃場が大半を占め, なかでも発病株数が 20 株未満のものが多く, 1 圃場あたりの平均発病株数は 12 株であった。したがって発病実面積は約 1 ha 程度で, 発病圃場の面積に比べて少なく, これは県南地方の発病が比較的最近であって, 圃場内での伝搬がまだ進んでいないためと思われる。

地域別には本病の発生状況を見ると第2表のごとくであった。

第2表 福島県における本病発生状況

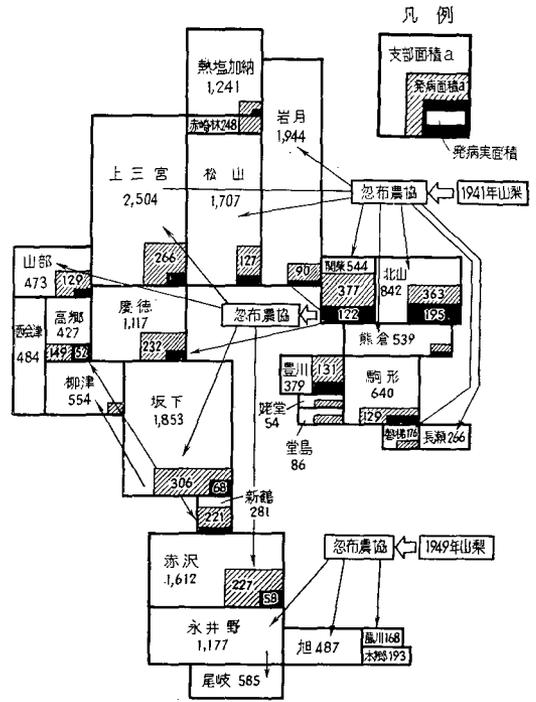
発 病	会 津 地 方	県 南 地 方
多 発 地 域	関柴, 北山	
発病のやや多い地域	赤沢, 新鶴, 坂下	湖南, 中島, 前田川, 鏡石第 2, 田村第 1
発病が目立ち始めた地域	豊川, 慶徳, 山都, 高郷	
発病の少ない地域	松山, 上三宮, 岩月, 赤崎, 林, 熊倉, 柳津など	梓衡, 木之崎, 長沼, 天栄, 小塩江, 守山, 鏡石第 1, 矢吹, 泉崎, 安積, 大信
発病のない地域	熱塩加納, 西会津, 長瀬, 藤川, 旭, 永井野, 尾岐, 本郷	仁井田, 田村第 2

**B. 発病の経過**

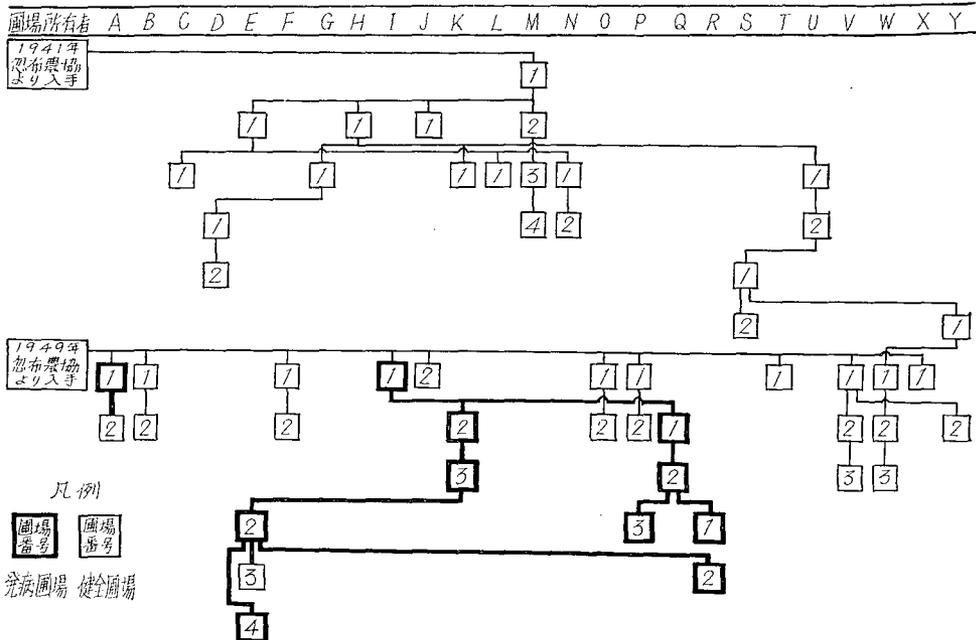
ホップは苗によって増殖される。それ故に本病が苗によって伝搬されたかどうかについて苗の移動と本病の発生との関係を調べた。すなわち発病圃の苗の入手経路を知る目的で入手先の農家の実態を調査した。その結果は第1図のごとくである。

その結果、発生の認められた地域の多くに植付けられた苗は多発地域である関柴、北山より採苗したものである。一方発生していない地域に植付けられた苗は無病地域から採苗したものであり、明らかに本病は苗によって移動することが判明した。また個々の発病圃場について調査すると、多発地域でも発病の認められない圃場の苗は、例外なく無病の圃場から苗を入手している。このことについて上三宮支部見頃地区における調査の結果を示すと第2図のごとくである。

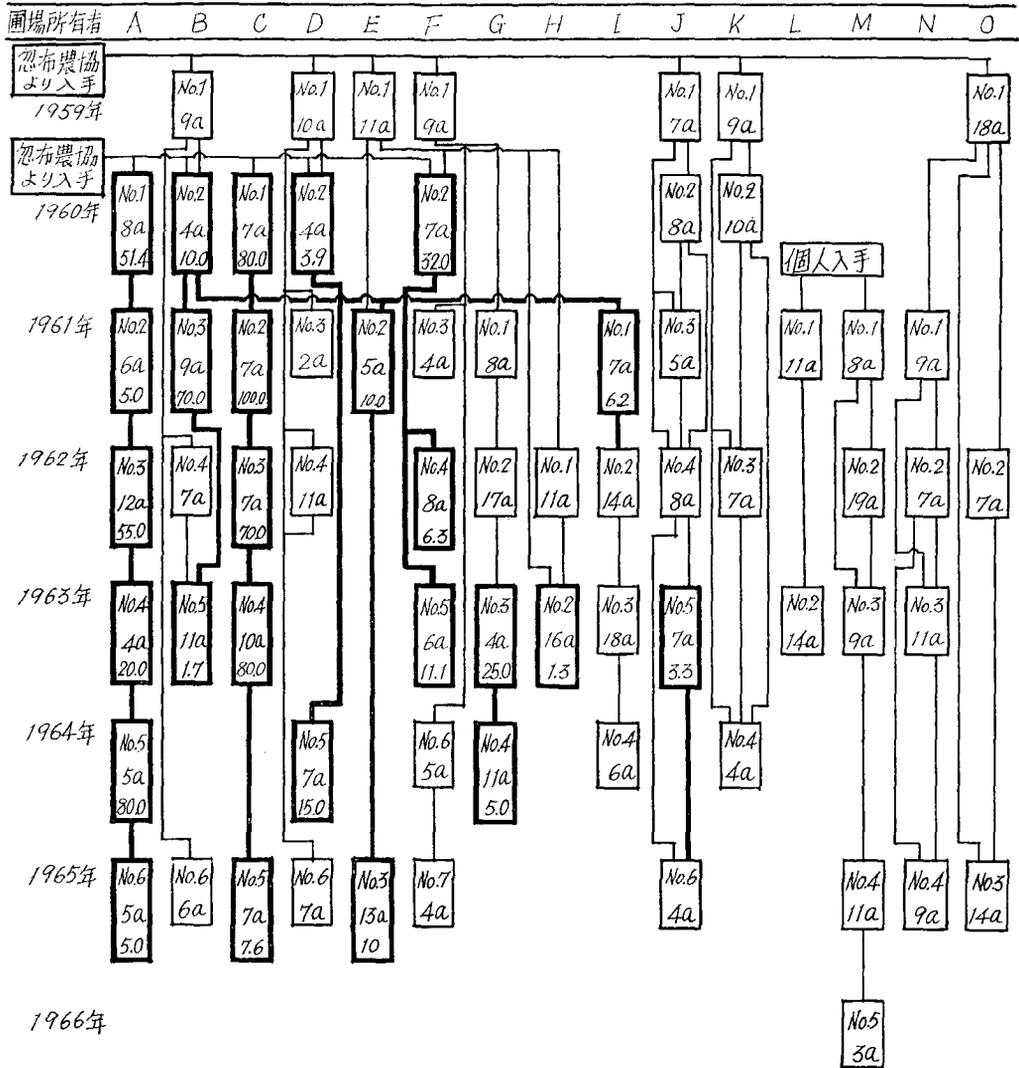
見頃地区では50圃場のうち11圃場で発病が認められているが、1圃場（A氏）を除き10圃場は苗の移動が発病に関連のあることが明らかになった。すなわち、1941年に植付けたM氏、翌42年のEおよびH氏の圃場より採苗したものは発病が認められなかったが、1949年に農協から入手した苗を植付けた11名中2名（A、I氏）の圃場に発病が認められた。このうちI氏がその後の発生源となっている。また古くから栽培しているE氏の



第1図 会津地方における矮化病の発生状況と苗の移動



第2図 上三宮支部見頃地区における苗の入手と移動 (1967年7月25日調査)



圃場数	6	6	5	6	3	7	4	2	4	6	4	2	5	4	3
面積a	40	46	38	41	29	43	40	27	45	39	30	25	50	36	39
発病圃場数	6	3	5	2	2	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0
発病面積a	16.8	6.9	26.0	1.2	0.6	3.4	1.6	0.2	0.4	0.2	0	0	0	0	0
発病率%	42.0	15.0	68.4	2.9	2.1	7.9	4.0	0.7	0.9	0.5	0	0	0	0	0

圃場番号  
面積  
発病率

圃場番号  
面積

発病圃場 健全圃場

栽培人員15名 発病圃場所有者10名  
圃場数67 発病圃場数26(38.8%)  
面積569a 発病実面積57.3a(10.1%)

備考 舟窪団地概要

第3図 坂下支部舟窪団地における苗の移動と矮化病発生状況 (1967年7月25日調査)

場合、旧圃場 (No. 1 圃場) には発病が認められないが、K 氏より入手した苗で本病を持ち込んでいる (No. 2, 4 圃場)。

つぎに坂下支部舟窪団地で調査した結果を図示すると第3図のごとくなる。

舟窪団地は1959年に新しい栽培地となったが、その後年々新植を重ね、圃場数67カ所、棚数は100余におよぶ6haの団地を形成している。新植に用いた苗は植付当初の1959年、1960年の2回忽布農協を経由して喜多方周辺から採苗したものが使用され、その後は団地内

第3表 栽培初期苗の供給源とみなされる永年栽培者と  
その地区の発生状況

支 部	永年栽培者名	苗を供給したと考えられる 主な支部、地区と発生			支 部、 地 区 の 発 生 理 由
		支部、地区	栽培面積 (a)	発生面積 (圃場数) (a)	
松 山	A	村 松 吉 志 田 関 根 中 村 大 飯 坂	393	0 ( 0 )	—
	B		577	18 ( 1 )	北山支部発生圃場より苗を入手
	C		140	10 ( 1 )	不 明
	D		130	9 ( 1 )	不 明
			414	90 ( 5 )	隣接地区に発生圃場があり、それらより苗を入手したことが考えられる
上三宮	E→	五分一, 譲屋, 岩沢 上 三 宮 見 頃 細 谷 下 三 宮	609	0 ( 0 )	—
	F→		566	0 ( 0 )	—
	G→		486	101 ( 11 )	前 述
			134	32 ( 4 )	見頃地区の発生圃場より苗を入手
関 柴	H→	関 柴 北 山	544	377 ( 46 )	
			842	362 ( 64 )	
岩 月	I } →	下 台 稲 田 中 田 付 上 田 宮 中 大 沢, 二軒在家 稲 村 上 岩 崎 入 田 付 下 岩 崎	146	0 ( 0 )	—
			209	16 ( 1 )	北山支部発生圃場より苗を入手
			281	0 ( 0 )	—
	J		319	0 ( 0 )	—
	K→		70	0 ( 0 )	—
	L } →		220	10 ( 1 )	不 明
	M				
	N→		146	0 ( 0 )	—
O→	231	17 ( 2 )	北山支部発生圃場より苗を入手		
	163	20 ( 4 )	関柴支部発生圃場より苗を入手		
	159	14 ( 2 )	不 明		
熊 倉	P } →	熊 倉	539	49 ( 7 )	発生の多くは北山支部の発生圃場より苗を入手
北 山	R	多発地北山支部においても R よりの苗を使った圃場には発生していない			
磐 梯	S→	磐 梯	176	33 ( 3 )	不 明
長 瀬	T→	長 瀬	266	0 ( 0 )	—
熱 加	U→	熱塩加納	1,241	0 ( 0 )	—

(注) 1967. 7. 24 調査

の自給によっている。

1961年にC氏のNo.1圃場の数株に発病が認められたが、1962年にはA氏(No.1圃場)、B氏(No.2圃場)、D氏(No.2圃場)などにも散見されるようになった。その後栽植を重ねるにつれて、それらの圃場所有者のみに本病が次第に増加していった。苗の入手経過と移動について調査した結果つぎのことが判明した。1)本病の発生源はA、B、C、D、F氏の1960年に栽植した圃場であり、旧圃場からの苗が得られずに、忽布農協より苗を入手した。2)農協からの苗は優良苗でなく(恐らく関柴支部より入手した)、それによって本病が広がったものと思われる。3)1959年導入時の圃場とそれらより採苗し植えつけた圃場と、個人で苗を入手した圃場(L、M氏)に発病が見られなかった。

なお県南地方はホップ栽培地としての歴史が新らしく、栽植に要した苗は会津地方からその都度供給されることが多かった。1959、1960年頃から2圃場に発病が認められたが、これら導入期の苗は大部分会津地方より持込まれ、それらの中に本病罹病苗が混在していたと思われる。1957年より梓衡、木之崎を中心とした岩瀬地方でも栽培が始められたが、苗は会津地方からのものでこの中に病苗があったと考えられる。その後県南地方の増新植の場合に、この地域から採苗されることが多く、病苗が他地域に持込まれた。

C. 発生源

本病の福島県における初発生を知るためにつぎの調査を行ない、その結果を第3表に示した。

1941年に導入された苗は、すべて山梨県より移入されたもので、当時より栽培している永年栽培者は21氏であって、21名中関柴支部のH氏を除く人々の圃場での本病の発生はきわめて少ない。これら発病圃場での苗はすべて多発地区より入手していることが判明した。関柴支部のH氏の圃場の栽培歴は第4表のごとくである。

第4表 H氏の栽培歴

新增植年度	増反面積 (a)	圃場番号	栽培面積 (a)
1941	16 (新植)	No. 1, 2	16
1944	2	2	18
1959	7	3	25
1963	1	3	26
1967	—	—	26

(注) 現在発生のいちぢるしいNo.1(10a)圃場は導入時に植付けたものである。

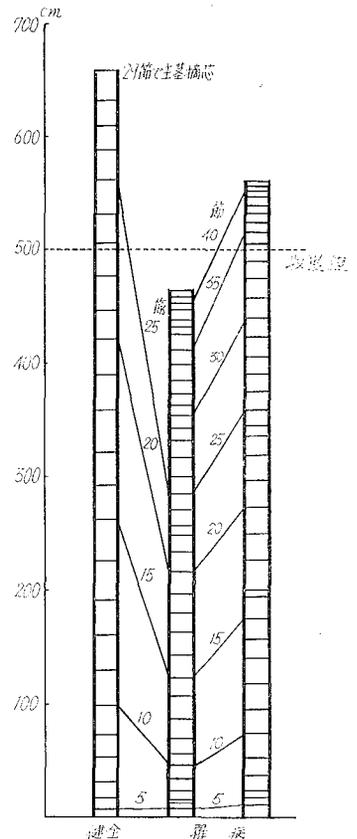
導入時に山梨県より移入した苗の中に本病罹病のものがあつたか否かは不明であるが、1941年に栽植した苗の活着は悪く、翌年ほとんど改植した。1944年にNo.1圃場の一部の空地に苗を植付けたが1948年頃より本症状を呈する株の発生が認められるようになった。1960年頃より本病の発生が目立つようになり、1966年には約70%、翌1967年にはほぼ100%の発病が見られるようになった。

No.3圃場は1959年にNo.1圃場より採苗し植付けたが、1961年頃より本病の発生が認められ、1967年には全圃場に広がった。No.2圃場は1941年に栽植したものであるが、約3aを残して2回にわたってNo.1圃場より採苗し改植を行なった。1941年栽植の3aの圃場の株は健全であるが、他の圃場はほぼ100%の発病が認められる。このH氏の圃場の苗の取引先を追跡すると多発地帯の関柴、北山あるいは坂下支部舟窪団地にも移動したことが推察され、他地区の圃場でH氏の苗を取入れた所は例外なく発病しており、本病の発生源としての特定圃場からの苗の移動が目目される。

III. 病徴

圃場における健全株と罹病株との生育期別に病徴を比較して第5表に示した。

すなわち伸長時期における健全株の幼芽・幼蔓は赤味を帯びた緑色であり、主茎・側枝の稜線上に登はん毛(釣毛)が着生し草丈は8~10mに達する。一方罹病株では幼芽は赤味がうすく緑色で、重症株では早期から展葉し、主茎は細く、1~3m



第4図 健・病ホップの主茎および節間長の比較

に伸長すると節間が短縮し健全株の2/3程度となり登はん毛、稜線が不明瞭となる。主茎葉・側枝葉とも小型となり、外側に巻き、葉は黄緑色となることがある。下部節位の側枝は比較的良好に伸長するが、上位の節位の側枝ほど伸長が悪く、2次側枝も發育せず茎葉の繁茂が少ない。節数は健全なものと変わらないが、草丈は収獲線(高さ5m)に到達しないか、ようやく到達する程度である。成熟期における健全株と罹病株との比較を示すと第6表のごとくなる。

また主基および節間長の比較を第4, 5図に示した。

茎葉重、着花数、毬花数は健全なものに比して30~50%程度となる。節数は健全株と同様罹病株も41~42節に及んでいるが、節間はいちじるしく短縮していることがわかる。病株の毬花は外観上健全毬花とほとんど差異のないものもあるが、一般的には第7表のような差異が認められる(写真参照)。

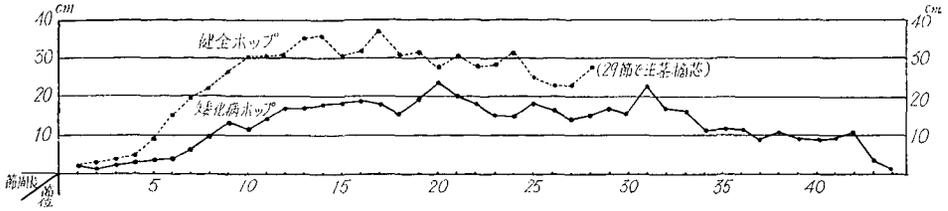
すなわち、毬花は小型となり先細りの傾向を示した。なお罹病株では根部の肥大發育は健全株よりも劣っていた。

第5表 健・病ホップの生育期別地上部の症状の比較

生育期	健全ホップ	罹病ホップ	
		軽症株	重症株
萌芽期	幼芽は赤味を帯びる。	健全ホップと同じ。	幼芽は赤味が淡く生育が進むにつれて緑色となる。
幼蔓期	蔓は赤味を帯びた緑色である。	健全ホップとほぼ同じ。	蔓は緑色で細く、葉は早くから展開する。草丈1m前後から節間が異常につきまり、主茎葉は小さくなり側枝葉の葉身がもろくなる。いずれの葉も下方に捲き黄色味を帯びる。
第1到達期	主茎・側枝は赤味を帯びた緑色で、登はん毛が密生した六角形である。	草丈3m位から節間がつまり始める。主茎・側枝とも褪緑色で円味を帯び、登はん毛・稜線がはっきりしない。 下部節位の側枝は伸長するが上位節位のもの伸長が悪くなり、特有の「杉の木型」となる。	主茎・側枝とも褪緑色で円味を帯び、登はん毛・稜線がはっきりしない。  下部節位の側枝は伸長するが、上位節位のもの伸長が悪くなり、特有の「杉の木型」となる。
開花期		収獲線にかろうじて到達する。葉はしだいに緑色となり、ことに主茎葉は正常のものより濃緑色となり、下方に強く捲き、葉身が厚くなる。	収獲線に到達しない。葉はしだいに緑色となり、ことに主茎葉は正常なものより濃緑色で下方に強く捲き、葉身が厚くなる。
成熟期		着花数が少ない。	着花数が極めて少ない。

第6表 植物体各部の比率

調査年次	試料	草丈 (cm)	葉重 (A) (g)	茎重 (B) (g)	茎葉重 (A+B) (g)	毬花重 (g)	毬花数 (箇)
1966	罹病		220	220	440	430	840
	健全		470	560	1,030	1,170	3,500
	健全に対する比率 (%)		47	39	43	37	24
1968	罹病	600	260	230	490	550	1,450
	健全	730	690	760	1,450	1,170	2,480
	健全に対する比率 (%)	82	38	30	34	47	58



第5図 健・病ホップの間長の比較

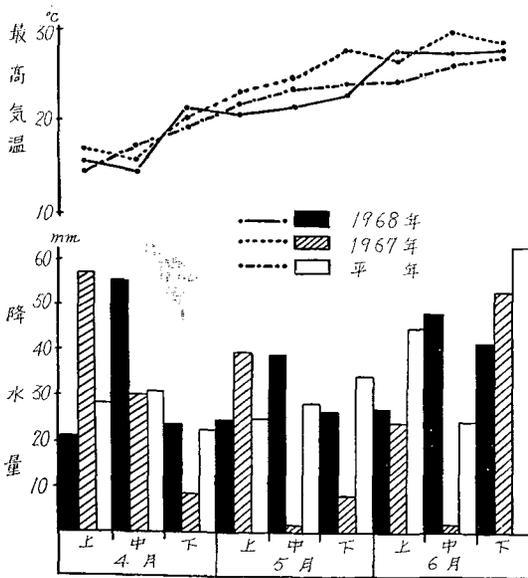
第7表 健・病穂花の比較

試料	一穂花重 (g)	穂花幅 (mm)	穂花長 (mm)	苞数
罹病	0.44	17	30	69
健全	0.66	23	35	67
健全に対する比率 (%)	67	74	86	103

(注) 成熟穂花 50 粒の平均値である。(1968 年調査)

IV. 病状と気象との関係

本病の症状が年により多少異なるのは気象要素に起因するが、1967年の生育初期から中期にかけて無降雨、早天続きは発生株数の増加を促し、5月下旬から本病特有のいちじるしい矮化症状を示した。翌年の1968年は生育初期の5月中旬に適度な降雨があり、気温も平年より低目であったので、5月下旬に至っても顕著な症状が現われず6月上旬の一時的な高温で症状を示した。すなわち



第6図 気象状況 (喜多方敷布処理場観測)

1968年では本病の症状の現われ方は緩慢であった。とくに軽症株ではその症状が軽かった。このことはまた土壌条件がよく保水力のある圃場では一般に症状が軽いといえる。1967, 1968 両年の気象は第6図のごとくであった。

V. 収量と品質

一蔓当りの茎葉重、穂花重、穂花数、収量などについて調査を行なった。また品質として樹脂含量を重点的に調査した。

A. 収量

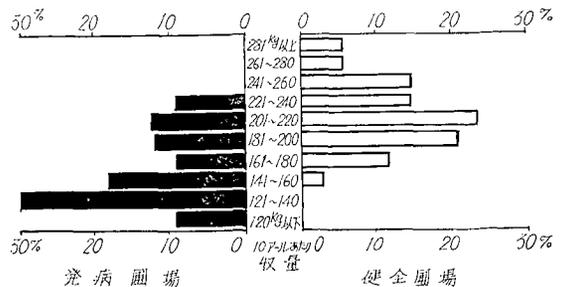
福島県耶麻郡北塩原村北山において本病の発生調査を行なった結果は第8表のごとくである。

第8表 北山地区の発病率別生産量

発病率	調査対象人員	面積 (a)	生産量 (kg)	収量 (kg/10 a)
60~100% 発生圃場	15	186	2,752	148
30~60% "	9	76	1,359	179
30% 以下 "	9	122	2,146	176
健全圃場	35	416	9,092	219

(注) 1967年に調査したものである。

これら罹病株あるいは多発圃場では下げ繩の間隔をつめ、1繩当りの蔓上げ本数を多くして、さらに多肥により減収を防止するよう努力しているが第7図のごとく健



第7図 健・病圃場の収量比較 (1967年, 福島県耶麻郡北塩原村北山)

全圃場に比較してかなりの減収が認められる。

さらに罹病株の毬花について調査した結果は第9表のごとくである。

第9表 健・病毬花の比較

	健 ホ ッ プ	罹 病 ホ ッ プ	健全ホップに 対する比率 (%)
一毬花重 (生・g)	0.66	0.44	67
毬花幅 (mm)	22.9	17.1	75
毬花長 (mm)	35.3	29.7	84
内苞数	45	47	104
外苞数	22	22	100

(注) 成熟毬花 50 粒の平均値である。1968 年調査

すなわち、毬花重、毬花幅、毬花長とも健全株の毬花

に比較していずれも小さな値を示しているが、苞数は内苞、外苞とも差が認められない。

B. 品 質

1967 年罹病毬花を乾燥後、分光分析法により酸含量 NMR 法で同族体組成を分析し健全毬花と比較した。

第10, 11 表および第8図に示したごとく、健全毬花に比べて  $\alpha$  酸の減少が目立っている。 $\beta$  酸は平均対照の 6.1% に比し、5.2% と多少減少している程度であるが、 $\alpha$  酸は特異的に少なく対照の 7.2% に比較して 2.7% と半分以下である。このことは毬花品質の低下を示し重視される。一方同族体組成については矮化病毬花は健全毬花に比し  $\alpha$  酸ではフムロンで約 10% 高く、これに対応してコフムロンは約 10% 程度低い。また  $\beta$  酸でも全  $\beta$  酸含量に差がないにもかかわらず、ルブロンが多く、コルブロンが少なくなっている。

第10表 健・病毬花の樹脂含量の比較

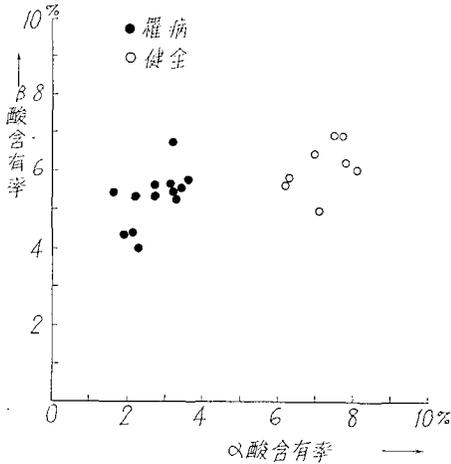
罹 病 毬 花				健 全 毬 花			
試料番号	$\alpha$ 酸 (%)	$\beta$ 酸 (%)	$\alpha$ 酸/ $\beta$ 酸	試料番号	$\alpha$ 酸 (%)	$\beta$ 酸 (%)	$\alpha$ 酸/ $\beta$ 酸
1	2.7	5.6	0.48	1	7.0	6.4	1.09
2	3.6	5.7	0.63	2	6.2	5.7	1.09
3	3.3	5.2	0.63	3	7.1	4.9	1.45
4	3.1	5.6	0.55	4	8.1	6.0	1.35
5	2.3	3.9	0.59	5	6.3	5.8	1.09
6	2.0	4.3	0.47	6	7.5	6.9	1.09
7	1.9	4.3	0.44	7	7.8	6.2	1.26
8	3.2	5.4	0.59	8	7.7	6.9	1.12
9	2.7	5.3	0.51				
10	1.6	5.4	0.30				
11	2.2	5.3	0.42				
12	3.2	6.7	0.48				
13	3.4	5.5	0.62				
平 均	2.7	5.2	0.52	平 均	7.2	6.1	1.18

(注) 麒麟麦酒株式会社総合研究所分析

第11表 健・病毬花の苦味酸同族体組成の比較

試 料	$\alpha$ 酸				$\beta$ 酸			
	含 量 (%)	組 成			含 量 (%)	組 成		
		フムロン (%)	コフムロン (%)	アドフムロン (%)		ルブロン (%)	コルブロン (%)	アドルブロン (%)
罹 病	1.8	55.5	32.6	11.9	3.2	34.9	56.9	8.2
健 全	5.3	46.3	41.1	12.6	3.7	20.2	69.0	10.8

(注) 数値は乾物値で 1968 年調査、麒麟麦酒株式会社総合研究所分析



第8図 健・病穂花の樹脂含量

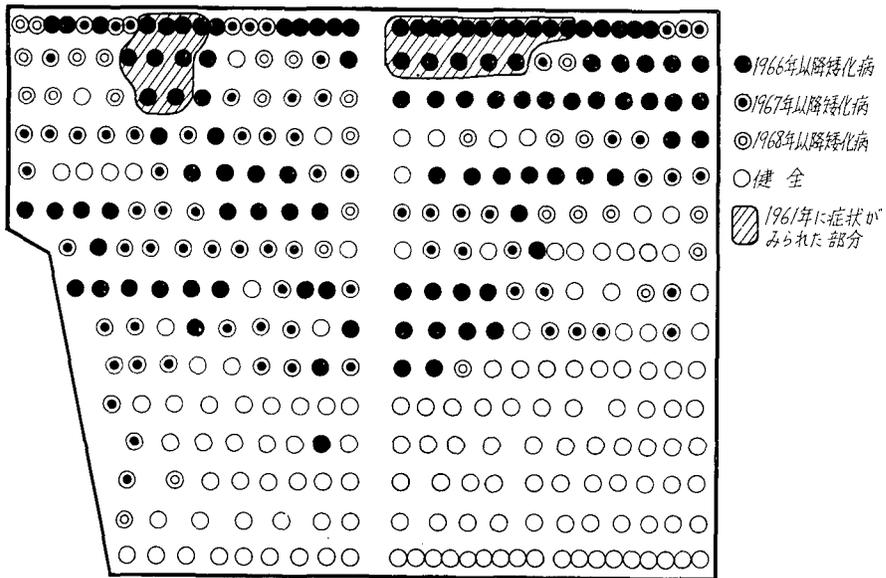
VI. 本病の伝染

A. 圃場内伝染

本病は逐年増加の傾向が見られるので本病多発圃場1カ所を選んで圃場内での伝染傾向を知るため次の調査を行なった。すなわち、1966年より3カ年にわたり1圃場(河沼郡坂下町舟窪団地、9年生株)について全株調査を行なった。その結果は第12表ならびに第9図に示すごとくである。

第12表 発病圃場における年次別発生状況

調査年度	圃場の株数	症状を示した株数	発病率 (%)
1966	350	107	30.6
1967	350	178	50.9
1968	350	209	59.7



第9図 矮化病発生圃場の全株調査

すなわち同一圃場内において罹病株の増加が認められ、また新たに発病した株はおもに罹病株の隣接株に伝染し、うねに沿って広がって行く傾向が認められた。本圃場における初発生は1961年(植付2年目)で、圃場の一側面(北側)にわずかに矮化症状を示す株が認められたが、漸次罹病株は増加し1966年には約30%、1967年には約51%の発病率を示した。とくに圃場の北側に発病が多く次第に南側に広がりつつある傾向が認められるが、北側の部分は管理に際してもっとも出入の多い所であった。

B. 接木伝染

本病病原探究のためにまず接木によって、本病が伝染するか否かについて実験を行なった。

実験第1

本実験はA試験地にて行なった。

健全ホップの株(1年生)の幼蔓が20~30cmに伸長した際、約10cmの部分に蔓の太さがほぼ同程度の罹病株の穂(5~8cm)を割接法によって接いだ。接木後ビニール袋で被覆し、活着の状況によって10~12日後にビニールを除去した。台の側枝の伸長をまって蔓上げを行

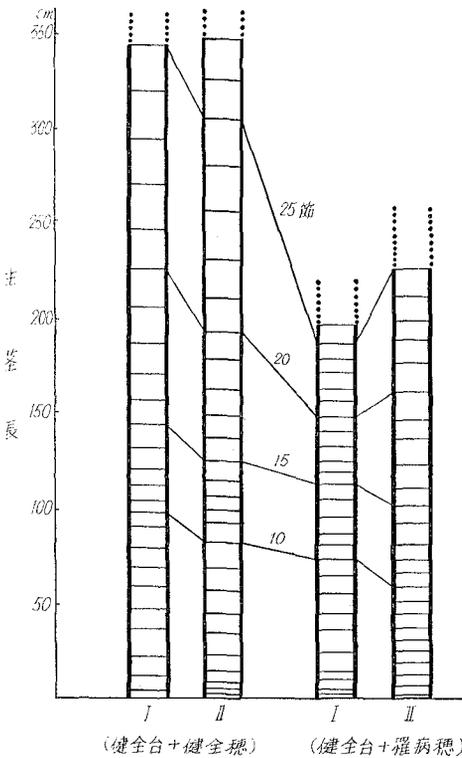
なった。

1967年5月13日に接木を行ない、5月22日に活着状況を確認した結果は第13表のごとくである。

第13表 接木の活着状況

	台 穂	接木数	活着数	活着率 (%)
A 区	健全+矮化	5	5	100
B 区	健全+健全	5	3	60

その結果6月末にA区の接木株では葉の捲縮、振転、節間の短縮などの病徴が認められ、その後A区の病徴はますます顕著となり、地上20節目前後の節間長は対照区(B区)が20cm前後であるのに対しA区は15cm以下であった。節間長を比較して第10図に示した。



第10図 接木株の主茎および節間長の比較

すなわち本病は接木によってうつることが確かめられた。

実験第2

本実験はB試験地にて行なった。

接木はすべて割接法により健全台に病穂を接いだ場合

は台木の側枝を伸長させ、病台に健全穂を接いだ場合には穂木の側枝を伸長させて本病症状の発現の有無を観察した。台木に用いた苗が健全であるか否かを確認するために組苗(母株より採苗時に1本の地上茎より3本の苗をとる)を用いた。刃物は1株処理ごとに新しくし、1作業ごとに石鹸で十分手を洗った。1968年5月25日~29日に接木を実施した。なお長野県下に発生の本病類似病害外様病を穂に用いた実験も行なった。

第14表 接木伝染

試 験 区	供試株数	活着株数	健全株数	罹病株数
健全 台+健全穂	5	4	4	0
健全 台+矮化病穂	5	5	0	5
矮化病 台+健全穂	5	2	0	2
健全 台+外様病穂	5	3	0	3
カラハナソウ台+矮化病穂	5	0	0	0
カナムグラ台+矮化病穂	5	2	0	2

第14表の結果から健全台に病穂を接いだものおよび病台に健全穂を接いだもので活着したものはすべて顕著な矮化症状を示した。また外様病の穂を健全台に接木したのも本病ときわめて類似した症状を示した。カナムグラ (*Humulus japonicus* SIEB. et ZUCC.) に病穂を接いだ場合にも本病類似の病徴を示した。

実験第3

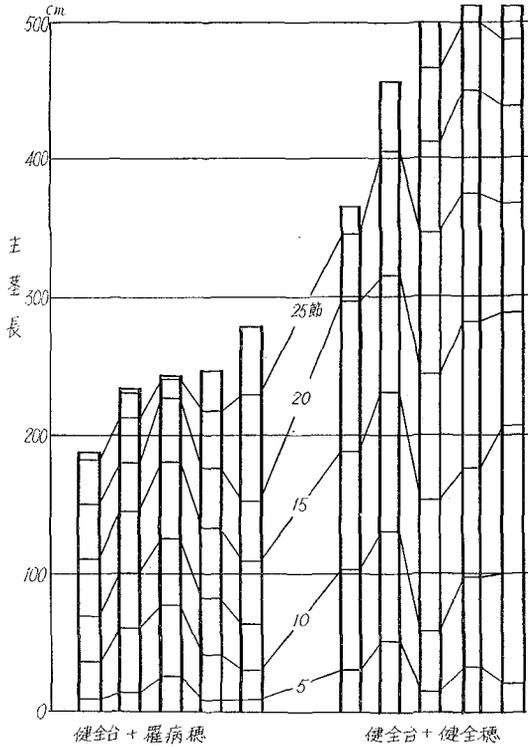
A試験地にての実験である。接木は前実験同様割接法を用いた。台木の健全否は2年生株を2分し一方に接木し、他方は対照として観察を続けた。5月20日(ホップ)、5月30日(カナムグラ)に接木を行なった。結果は第15表のごとくである。

第15表 接木伝染

実験番号	試 験 区	供試株数	活着株数	健全株数	疑似株数	罹病株数
1967年,1	健全 台+罹病穂	3	3	0	0	3
	健全 台+健全穂	2	2	2	0	0
1968年,1	健全 台+罹病穂	5	5	0	0	5
	健全 台+健全穂	5	5	5	0	0
	健全株から2本立て+罹病穂	5	3	0	0	3
	健全株から2本立て+接木せず			0	0	3
	健全 台+健全穂*	5	5	3	2	0
5	カナムグラ台+罹病穂	5	4	0	3	1

\* 病蔓を切った刃物で健全穂を接ぐ

健全台に病穂あるいは健全穂を接いだ実験(1968年1および2)の節間長の比較は第11図のごとくである。



第11図 接木株の主茎および節間長の比較

第3実験では1株から蔓を2本たて、一方に病穂を接木すると他方もまた矮化した。病汁液のついた刃物で健全穂の接木を行なうと本病にやや類似した病株を生じた。カナムグラ台に病穂を接木した場合は節間長短かく、葉は小型で厚く濃緑、一部巻葉、全株矮化し本病類似の病状を示した。

第16表 接木伝染

試 験 区	供試株数	健全株数	罹病株数
健 全 台+健全穂	4***	3	0
健 全 台+罹病穂*	5	0	5
カナムグラ台+健全穂	1	1	0
カナムグラ台+罹病穂*	2	0	2
カナムグラ台+健全穂	5	5	0
カナムグラ台+罹病穂**	5	0	5

\* 10年生株より採取

\*\* 4年生株より採取

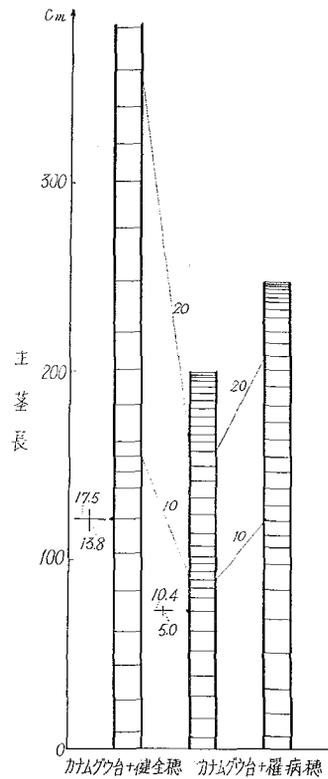
\*\*\* 4個体中1個体は病徴とは認められないが異常な生育状態であった。

実験第4

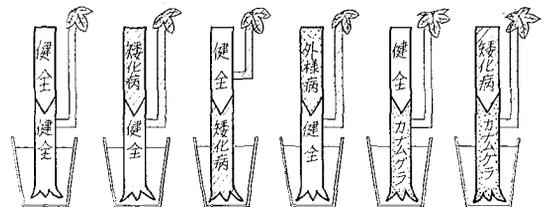
C実験地にて実験を行なった。ホップならびにカナムグラを用いて行ない、接木は割接法によった。それらの結果を第16表に示す。

カナムグラを台木にして10年生株(重症)、4年生株(軽症)の各々から病穂を取り接木を行なったが、同様の結果を得た。また10年生株から得た病穂を接いだカナムグラの節間長と、健全穂の接木を行なったものを比較し、第7節の葉の大きさもあわせて第12図に示した。

以上の結果を図示すると第13図のようになる。



第12図 接木カナムグラの主茎および節間長の比較



□ 矮化病 □ 健全

第13図 接木伝染

**C. 汁液伝染**

本病は圃場内において年々拡大する傾向が認められ、とくにうねに沿って伝染が行なわれると考えられるので、刃物などによる汁液伝染の可能性が考えられる。この点を確認するために汁液伝染の可否について実験を行なった。

**a. 株および幼芽への汁液接種**

(i) 病切片摩擦接種区

健全株の芽床部をけずった切口に、いちじるしい矮化

症状を示した病株の切片をすりつけた。

(ii) 病汁綿挿入接種区

健全株の芽床部の樹皮をはがし、病株の幼芽（幼蔓）よりの汁液を浸した脱脂綿を挿入した。

(iii) 汁液注入接種区

病株の幼芽（幼蔓）の汁液を注射器で健全株の幼芽に注入した。

1967年5月に接種を行なったが、当年には病徴は見られず、(i), (ii) 両区に1968年5月に病徴が認められた。

第17表 株および幼芽への汁液接種

区	供試株数	1968			1969		
		健全	罹病	伝染率 (%)	健全	罹病	伝染率 (%)
(i) 病切片摩擦接種	13	5	8	62	1	12	92
(ii) 病汁綿挿入接種	7	1	6	86	0	7	100
(iii) 汁液注入接種	6	6	0	0	6	0	0
対 照	13	13	0	0	13	0	0

すなわち、(i), (ii) 区では病汁による感染が認められ、1969年にはほとんどの株が発病した。しかし(iii)区では1969年にも病徴が現われなかった。以上の結果から本病は汁液接種により感染するものと考えられる。

**b. 幼芽および幼蔓への汁液接種**

幼芽、幼蔓に対して汁液伝染の可能性の有無について

実験を行なった。カーボンラダムを接種源に加え、接種後接種部位をよく水洗した。1968年には矮化症状は認められなかったが、次年度に萌芽時、選芽時に接種したものに発病が認められた。1969年の結果を第18表に示した。

第18表 幼芽・幼蔓への汁液接種

接種年月日	カーボンラダム	供試株数	健全株数	罹病株数
1968—IV—30 (萌芽時)	使用	4	0	4
"	不使用	2	1	1
1968—V—4 (選芽時)	使用	4	0	4
"	不使用	2	0	2
1968—V—15 (蔓あげ時)	使用	2	2	0
"	不使用	2	2	0
対 照 (無処理)		2	2	0

以上の結果から汁液接種が可能であり、萌芽時、選芽時の幼芽期の頃に感染しやすい傾向が認められた。

**c. 作業と関連する接種**

株ごしらえ、芽つぶし、選芽などの作業に際して本病が病汁液によって感染するかどうかを確かめるために本実験を行なった。病汁液は罹病株の芽床部の組織ならびに幼芽・幼蔓の搾汁液である。

**i. ポット試験 I**

株ごしらえ区；病汁液に鎌を浸して株ごしらえを行なう（4月22日）。

芽つぶし区；病汁液に手を浸し、汁液のついた手で芽つぶしを行なう（5月4日）。

選芽区；病汁液に手を浸し、汁液のついた手で選芽を行なう（5月10日）。

実験を行なった1968年には芽つぶし区と選芽区に主

第19表 作業と関連する接種

区	供試株数	調査年度	健全株数	疑似株数	罹病株数
株ごしらえ	6	1968	6	0	0
		1969	0	1	5
芽つぶし	6	1968	5	1	0
		1969	0	1	5
選芽	4	1968	3	1	0
		1969	0	0	4
対照(無処理)	2	1968	2	0	0
		1969	2	0	0

蔓の節間がつまり、側枝のはりが悪く、葉が小さく矮化症状らしいものが見られたが、1969年には処理区のほとんどの株がいちじるしい病徴を示した。これらの結果は第19表のごとくである。

## ii. ポット試験 II

株ごしらえ、芽つぶし、下葉の切除など一般管理作業に準じて実施した。供試株は2分し、一方を処理株に、他方を無処理対照とした。刃物は1株ごとに取替えた。1968年接種当年には病徴が認められなかったが、1969年には各区とも40~60%の発病が認められた。その結果は第20表に示すごとくである。

第20表 作業と関連する接種

試験区	調査年度	区	供試株数	健全株数	疑似株数	罹病株数
株ごしらえ	1968	処理	5	5	0	0
		対照	5	5	0	0
	1969	処理	5	3	0	2
		対照	5	5	0	0
芽つぶし	1968	処理	5	5	0	0
		対照	5	5	0	0
	1969	処理	5	3	0	2
		対照	5	4	0	0
下葉除去	1968	処理	5	4	0	0
		対照	5	5	0	0
	1969	処理	4	2	0	2
		対照	3*	3	0	0
組苗を使用し、一方の幼芽を病汁汚染刃物で切断しその下の側枝を蔓上げ	1968	処理	5	5	0	0
		対照	3	3	0	0
	1969	処理	5	2	0	3
		対照	3	3	0	0

\* 下葉除去区は1969年春他のポットに移植した際にポットの都合で株数を4株に減らした。そのうち対照の1株は枯死したため3株になった。

## iii. 圃場試験

ポットを用いず一般圃場においてポット試験と同様にして実験を行なった。その結果、1968年には接種植物に特別の異常は認められなかったが、1969年に選芽区の3株にいちじるしい症状が現われた。供試株は17年生のものをういた。その結果は第21表のごとくである。

以上の結果から一般圃場において株ごしらえ、芽つぶ

第21表 作業と関連する接種

区	供試株数	健全株数	疑似株数	罹病株数
株ごしらえ	8	8	0	0
芽つぶし	8	7	1	0
選芽	8	5	0	3
対照(無処理)	8	8	0	0

し、選芽、下葉の除去の初期作業に際して、本病が病汁液によって感染することが明らかになった。

**e. 他植物に対する汁液接種**

本ウイルスに対する寄主範囲について実験を行なった。

i) ホップ (実生苗), カナムグラ, ペチュニア, 大豆, インゲン, シロザ, オオバコの苗に病汁液 (りん酸緩衝液 (0.1 M, pH 6.98) に DIECA (0.01 M) を加えた溶液 3 に罹病葉汁 1 の割合に加えたもの) をもちいて接種を行なった。対照は蒸溜水を用いた。接種後約 15 日間観察を続けたが発病は認められなかった。(DIECA= Sodium Diethyldithiocarbamate)

ii) 罹病ホップの新芽および新葉搾汁を病汁液として次のようにして接種源を作製した。

- a) 罹病材料 1 g + りん酸緩衝液 (pH=8.0, 0.1 M)
- β) 罹病材料 1 g + りん酸緩衝液 (pH=7.0, 0.1 M)
- γ) 罹病材料 1 g + りん酸緩衝液 (pH=7.0, 0.1 M) + DIECA (0.01 M)
- δ) 罹病材料 1 g + りん酸緩衝液 (pH=7.0, 0.1 M) + EDTA (0.01 M)

(EDTA=Ethylenediaminetetraacetic Acid Disodium Salt)

供試植物はホップ (キリン 2 号), カナムグラ, カラハナソウ, シロザ, *Chenopodium amaranticolor*, *C. murale*, *C. quinoa*, *C. foliosum*, サトウダイコン (Polyrave), *Beta maritima*, *Nicotiana megalosiphon*, マルバタバコ, タバコ (White Burley, Samsun), ツクバネアサガ

オ (Fire Chief, All Double, Dark Purple), *Physalis floridana*, ナスビ (新橋), トマト (福寿 2 号), トウガラシ (札幌大長), イヌホオズキ, シロバナヨウシュチヨウセンアサガオ, ヨウシュチヨウセンアサガオ, ジャガイモ (農林 1 号), インゲン (改良大手亡, 黄英黒三度, 金時, 平地尺五寸, 長鶉, Top Crop), ササゲ (黒種三尺), ソラマメ (早生ソラマメ), ダイズ (白鶴子, 中手大袖振), アズキ (早生大納言), キウリ (四葉, 加賀節成, 早生三尺, 青長地這), カボチャ (東京, エビス), メロン (ニューメロン, 沼目白瓜, 大和クリーム西瓜), ヒマワリ (宮沢), エゾギク (California Giant, Powder Puff), ヒヤクニチソウ (Pompon, Thunbelina), ゴボウ (滝の川大長), ケイトウ (Jewelbox, トサカ), センニチコウ, ツルナ, ニチニチソウ (White), トウモロコシ (Golden Cross Bantam) であった。接種植物は 10 本以上を供試したが, インゲンの接種葉に局部斑点が認められた外は症状が見られなかった。

**C. 土壌伝染**

本病が病苗の移動によって各地に発生していることは前述の調査によって明らかとなったが, さらに土壌伝染の可能性の有無について実験を行なった。

実験第 1. まず A 地区で発病土を大鉢 (コンクリート製, 直径 60 cm, 深さ 60 cm) につめた。発病土は病株の根辺土壌を用いた。土壌線虫, その他土壌菌などの存在を想定して焼土処理を行なったものも設定した (発病土をドラム缶で 10 時間よく攪拌加熱した)。結果は第 22 表のごとくである。

第 22 表 土 壌 伝 染

供 試 土 壌, 苗	植物数	1967		1968		草 丈	茎葉重	着花数	穂花重 (乾)
		健全	罹病	健全	罹病				
発病土+健全苗	4	4	0	4	0	114	95	86	92
発病土+罹病苗	4	0	4	0	4	82	34	59	42
発病土 (焼土処理)+健全苗	4	4	0	4	0	98	99	112	107
健全土+罹病苗	4	0	4	0	4	79	31	54	43
健全土+健全苗	4	4	0	4	0	100	100	100	100

(注) 草丈, 茎葉重, 着花数, 穂花重はいずれも 1968 年調査 (2 蔓平均) したもので, 健全土+健全苗に対する比率で表示した。

以上の結果から発病土に植えた健全株は矮化症状を示さず, 健全土に栽植した株と同様の生育状態であった。すなわち土壌伝染が認められないと考えられる。なお圃場においてアルドリオンを 30 kg/10 a あるいは MH-30 を 130 倍液 500 ℓ/10 a 施用した健全土に植えた株は無処理

対照株と比較して生育に差が認められなかった。さらに発病土に硫酸亜鉛 (20, 40 kg/a) あるいは殺線虫剤 (EDB 剤; ネマヒューム 6 ml/m<sup>2</sup>) 使用区もとくに対照区 (発病土に健全株栽植) に比して差は認められなかった。

実験第 2. 実験第 1 と同様であるが, B 地区でポット

第23表 土壌伝染

供試土壌, 苗	ポット数	供試植物数	健全植物数	罹病植物数
健全土+罹病苗	2	6	0	6
健全土+健全苗	2	6	6	0
発病土+健全苗	2	6	6	0

を用いて実験を行なった結果は第23表のごとくである。

以上の結果の示すごとく発病土に健全苗を植えても発病しないことから土壌伝染はないものと考えられる。

実験第3. 発病土にホップ(実生苗)を植えた実験も行なったがその結果は前述の実験と同様であった。

第24表 土壌伝染

供試土壌, 苗	供試植物数	健全植物数	罹病植物数
発病土+罹病苗	5	0	4
発病土+健全苗	5	5	0
健全土+罹病苗	5	0	5
健全土+健全苗	5	5	0
発病土+実生苗	10	8	0
健全土+実生苗	10	10	0

## D. 線虫調査

植物ウイルス病の中で線虫の媒介によって伝染するものが知られており、Nettlehead病の原因の1つである

第25表 罹病根片および根片土壌から検出された線虫

採取年月日	試料, 番号	検出線虫名	線虫数	
'67-VI-1	根片土壌	1	ネグサレセンチュウ ( <i>Pratylenchus</i> spp.)	2
		2		
		3		
		4		
		5		
		6		
'67-VI-21	根辺土壌	7	ピンセンチュウ ( <i>Paratylenchus</i> spp., <i>Gracilacus</i> spp.)	10
			ネグサレセンチュウ ( <i>Pratylenchus</i> spp.)	6
		8	ピンセンチュウ ( <i>Paratylenchus</i> spp., <i>Gracilacus</i> spp.)	1
			ネグサレセンチュウ ( <i>Pratylenchus</i> spp.)	3
		不明	1	
'67-VI-24	根片	9	チレンカス属 ( <i>Tylenchus</i> spp.)	1
		10		
		11		
		12		
		13		
'67-XII-1	根片(2年生株)	14*	クキセンチュウ ( <i>Ditylenchus</i> spp.)	2
		15*	ネグサレセンチュウ ( <i>Pratylenchus</i> spp.)	51
	根片土壌(2年生株)	16*	ネグサレセンチュウ ( <i>Pratylenchus</i> spp.)	1
		17**	クキセンチュウ ( <i>Ditylenchus</i> spp.)	2
	根片土壌(1年生株)	18**	ネグサレセンチュウ ( <i>Pratylenchus</i> spp.)	1
		19		
根辺土壌	20	ネグサレセンチュウ ( <i>Pratylenchus</i> spp.)	12	
	21			
	22			

\* 1967年春, 罹病株を抜根し新たに他の健全圃場からの2年生株を植付けたもの

\*\* 1967年春, 罹病株を抜根し新たに他の健全圃場からの苗を植付けたもの

(注) 福島県農業試験場川島嘉内専門研究員検出

*Arabis mosaic virus* は *Xiphinema diversicaudatum* により媒介されることが報告されている (JHA and POSNETTE, 1961; HARRISON ら, 1961)。そこで発病土中あるいは罹病株の根中にウイルス伝播の可能性のある線虫の存否を検索した。

**実験第1.** 試料は福島県関柴の A 氏圃場より採取し、ベールマン線虫分離装置を用いて検出を行なった (福島県農業試験場病理昆虫部検出)。結果は第25表のごとくである。

以上の表よりウイルスを媒介するとされる線虫は検出されなかった。

**実験第2.** 試料は実験第1と同一の圃場より4月20日に採取したもので、検出方法もベールマン法によった。すなわち発病土ならびに罹病株の根片につき2~3回検出を行なったが、寄生性の線虫はまったく認められなかった。

#### E. 虫媒伝染

本病がモモアカアブラムシ (*Myzus persicae* SULZ.) によって媒介されるか否かについて実験を行なった。すなわち無毒のモモアカアブラムシを罹病ホップ上で飼育し、各5頭ずつを実生ホップ (キリン2号) 9本に2日間接種吸汁を行なった。約3カ月間観察を行なったが接種株には異常が認められなかった。

#### F. 種子伝染

ホップのウイルス病の中で種子伝染の報告されているものがある。SALMON ら (1935) は chlorotic disease が種子伝染 (26.8%) をすることを報じている。

矮化病株と健全株から種子を採取し発芽株について調査を行なった結果は第26表のごとくである。

第26表 種子伝染

供試植物	供試植物数	健全植物数	罹病植物数
罹病ホップから採取	20	17	0
健全ホップ (キリン2号)	10	10	0

種子数が少なく確定的なことはいえないが、実験の範囲内では種子伝染をしないものと考えられる。

#### V. マイコプラズマ症の検討

最近ウイルスによると考えられていた病害の中でイネ黄萎病、ジャガイモ天狗巣病、エゾギク萎黄病 (ジャガイモ紫染萎黄病を含む)、クワ萎縮病その他の病害がマイコプラズマ様微生物 (*Mycoplasma like organism*) に

よって起る病害であることが明らかにされた (土居ら, 1967; 石家ら, 1967)。本病とマイコプラズマとの関係について知るためにテトラサイクリン剤の効果の有無について検討した。

**実験第1.** 本実験においてテトラサイクリン (アクロマイシン) およびクロールテトウサイクリン (オオレオマイシン) の濃度を50および100 ppmとして、供試苗は矮化病苗および外様病苗を用いた。罹病苗の根部を各々の薬液に24時間浸漬した後植付けた。対照には蒸留水に浸漬したものをを用いた。それらの結果を第27表に示した。

第27表 テトラサイクリン系抗生物質の効果

薬剤名	濃度 (ppm)	供試苗	供試株数	健全株数	罹病株数
アクロマイシン	50	矮化病	4	0	4
	100	矮化病	6	0	6
	100	外様病	4	0	4
オオレオマイシン	50	矮化病	9	0	9
	100	矮化病	11	0	11
	100	外様病	4	0	4
対照 (蒸留水)		矮化病	11	0	11
		外様病	4	0	4

すなわち上表に示すごとくテトラサイクリン剤による効果は認められなかった。

第28表 テトラサイクリン系抗生物質の効果

薬剤名	濃度 (ppm)	時間 (hr)	供試苗	供試株数	健全株数	罹病株数
アクロマイシン	100	48	重症苗	5	0	4
	100	48	軽症苗	2	0	0
	100	48	健全苗	1	1	0
	400	72	重症苗	7	0	5
	400	72	健全苗	3	0	0
オオレオマイシン	100	48	重症苗	5	0	4
	100	48	軽症苗	2	0	1
	100	48	健全苗	1	1	0
	400	72	重症苗	7	0	3
	400	72	健全苗	3	1	0
対照 (蒸留水)		48	重症苗	3	0	3
		48	軽症苗	2	0	2
		72	重症苗	5	0	4

## 実験第2

## a. 浸漬試験

アクロマイシン、オオレオマイシンを各々100および400 ppmの溶液とし、罹病苗および健全苗(対照)を100 ppmには48時間、400 ppmには72時間浸漬した。また対照として罹病苗を蒸留水に浸漬した。それらを圃場に植付けた(第28表)。

以上の結果より根部の浸漬実験では効果が認められなかった。

## b. 水耕試験

マイコプラズマ症のうちイネ黄萎病(杉浦ら, 1969), ジャガイモ天狗巣病およびエゾギク萎黄病(ジャガイモ紫染萎黄病を含む)(村山ら, 1968)は水耕栽培溶液中にテトラサイクリン系薬剤を加えることによって治療効果が認められている。

それで3.5ℓの容器にハイポネックス1,000倍液を入れ、その上にザルを重ねて苗を挿入しパーライトで押えた。アクロマイシン、オオレオマイシンを罹病株に300および100 ppmを、健全株にはアクロマイシンおよびオオレオマイシン200 ppmの液を用いた。これらの液にそれぞれ2週間水耕栽培したが薬剤の影響で芽が枯れたものがあったので、その後30, 20, 10 ppmの濃度に変えたが発根せずに枯死したものが多かった。結果は第29

第29表 テトラサイクリン系抗生物質の効果

薬剤名	濃度 (ppm)	供試苗	供試株数	健全株数	罹病株数
アクロマイシン	300→30	罹病苗	7	0	0
	100→10	罹病苗	7	0	2
	200→20	健全苗	5	0	0
オオレオマイシン	300→30	罹病苗	7	0	0
	100→10	罹病苗	7	0	0
	200→20	健全苗	5	0	0
対照(水)		罹病苗	7	0	4

表のごとくである。

以上のようにテトラサイクリン系抗生物質の薬害がいちじるしく明瞭な結果は得られなかったが、2実験を通覧して本病の回復は認められなかった。

## VI. 土壌中の微量元素との関係

本病の原因として接木接種その他から、ウイルス病と考えられるが、土壌中の微量元素との関係についても検討を行なった。罹病株の分析結果は第30表のごとくである。

第30表 健・病ホップの上部側枝葉の分析

試料	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Mg (ppm)	SiO <sub>2</sub> (%)	CaO (%)		
罹病	関紫A { 無処理	179.9	221.6	1,860.3	2.18	2.08	
		硫酸亜鉛土壌施用	249.7	188.2	2,018.2	2.66	3.94
		硫酸亜鉛葉面散布	716.0	181.4	1,867.0	2.79	4.02
	関紫C { 無処理	203.3	310.2	1,387.0	1.89	1.85	
		硫酸亜鉛土壌施用	254.6	344.2	1,402.0	2.40	2.43
	坂下 無処理	200.5	195.3	1,681.1	2.92	2.13	
健全	坂下	216.0	141.5	1,520.2	3.24	3.03	
	喜多方	237.0	70.6	1,685.7	2.42	3.99	
	山梨	222.0	69.2	1,745.0	4.92	6.02	

(注1) 試料は棚下1.5mまでの上部側枝葉を乾燥したものである。

(注2) 山梨大学教育学部丸田宏助教授分析

以上の結果より罹病株ではMgは健全株とほぼ同量であったが、他の元素はすべて増減が認められた。特にいちじるしいものはMnの増加とCaO, SiO<sub>2</sub>の減少で、ついでZnの減少であった。また硫酸亜鉛の土壌施

用(1株あたり330g, 10aあたり100kg), 硫酸亜鉛加用ボルドー液の散布(10ℓあたり10g, 6月下旬~7月上旬3回散布), Zn含有殺菌剤(ポリラン-S)の散布などを行なったが、症状の回復は見られなかった。

## VII. 本病と外様病との関係

長野県下では外様病と呼ばれる症状株が飯山市外様地区を中心に拡がり、1965年に原因不明であったが調査が進められた(サッポロビール古里ホップ試験場, 1965, 1966)。この外様病の病徴は福島県下に発生する矮化病ときわめてよく酷似している。

**実験第1.** まず長野県下の発生地区状況を見ると次のごとくである(サッポロビール古里ホップ試験場, 1965)。  
高水組合： 外様, 太田, 山田, 川田, 保科, 高井  
善光組合： 豊栄(松代)  
南信組合： 山形, 朝日  
東信組合： 塩田  
佐久組合： 小諸, 浅間, 立科

以上の諸地区に外様病が認められた。

それで長野県下より外様病株を取寄せ、本病株と同一地区で同一条件下に栽培し、その病徴を比較検討した。

第31表 本病と外様病との比較

供試苗の種類	供試株数	健全株数	矮化株数
矮化病	3	0	3
外様病 A	3	0	3
外様病 B	3	0	3
健全	3	3	0

その結果本病罹病株、外様病株ともまったく同様の症状を示した。

**実験第2.** 前述(第14表; 接木試験の項参照)のごとくにホップの健全台に矮化病の穂あるいは外様病の穂を接いだものは、感染株の症状においてまったく同様であった。

## VIII. 論議および結論

1960年頃から福島県下のホップに矮化症状株が認められ、年々増加の傾向を辿り、ホップ栽培にとってかなりの障害となってきた。とくにその生育が不良となるばかりでなく、莖葉重、穂花重とも健全株のそれに比して1/2以下にもなり、穂花数においては1/4以下にも減少することがわかった。また樹脂含量の分析結果は $\alpha$ 酸、 $\beta$ 酸ともに健全ホップに比較していちじるしく少なく、とくに $\alpha$ 酸は42%以下に減少することが認められ $\alpha$ 酸/ $\beta$ 酸は約50%と減少することが判明した。まず本病が伝染性であるか否かについては毎年1圃場の全株調査を行な

ってその伝染の方式を究め、また罹病苗の移動によって本病が拡まったことをつきとめることができた。それとともに接木接種を行なうことによって本病が伝染することを確かめ得た。さらにテトラサイクリン系薬剤によって一時的にも治らぬこと、汁液伝染をすることなどが明らかとなった。これらのことから本病がウイルス病であるとの確信を得た。

接木伝染によりホップおよびカナムグラに矮化症状を生ずるが汁液伝染では、ホップ以外の植物にほとんどうつらないようである(インゲンに局部壞疽斑点を生ずるが)。しかもホップからホップへの汁液伝染株は病徴発現までに要する期間が長く、接種当年には病徴の発現が認められない場合が多い。これらの点は本病の研究を困難にしているが、ホップの感受性品種を求めることも今後の課題と思われる。Nettlehead diseaseはBOCK(1966)によると *Arabis mosaic virus* と *Prunus necrotic ring spot virus* の合併によってうつり、前者は線虫(*Xiphinema diversicaudatum*)によって媒介される。本病発病土ならびに罹病株の根片には寄生性の線虫はほとんど見当らず、土壤伝染も起らなかった。種子伝染についてはさらに大量の種子を供試しないとはっきりした結論は出せないが、供試した範囲内では種子伝染しないようである。

長野県下に発生する外様病とは症状がきわめて類似しているが、ウイルスなどの比較によってさらにそれらの異同を決めたい。また諸外国におけるホップのウイルス病の中で病徴からやや類似している病害(例えば crinkle disease など)もあるがすべての点で一致するわけではない。今後本ウイルスの諸性状ならびに形態などについて検討することによって明らかにしたい。また実際面としては防除実験を行なって次報に報告する。

## 摘 要

1) 福島県下に発生するホップの矮化病(hop stunt disease)について研究を行なった。

2) 福島県下における本病の発病率は年々増加の傾向にあり、その被害地域も拡がりつつある。

3) 本病は罹病苗の移動により、移動先の地方に発病することが苗の追跡調査の結果明らかとなった。

4) 本病の病徴は早期から展葉し、主茎は細く、1~3mに達すると節間が短縮し、健全株の2/3程度となり登はん毛、稜線が不明瞭となる。主茎葉、側枝葉とも小型となり外側に巻き、葉は一般に黄緑色となり、主茎の繁茂が少ない。節数は健全のものと同変らないが草丈は収獲

線に到達しないか、ようやく到達する程度である。茎葉重、毬花数は健全なもの30~50%程度となる。本病は早天続きの年には発生株が多くなる。

5) 本病によりかなりの減収が認められる。毬花重、毬花幅、毬花長とも健全なものに比していずれも小さな値を示した。

6) 罹病株は樹脂含量とくに $\alpha$ 酸の含量がいちじるしく低いことが認められた。すなわち $\alpha$ 酸は42%に減少し、 $\alpha$ 酸/ $\beta$ 酸は約50%と半減した。一方同族体組成では罹病毬花は健全のものに比して $\alpha$ 酸ではフムロンで約10%高く、これに対応してコフムロンは約10%程度低かった。また $\beta$ 酸でも全 $\beta$ 酸含量に差がないにもかかわらず、ルプロンが多く、コルプロンが少なくなっていた。

7) 1圃場内において本病の伝染様式を調べるため毎年全株調査を行なったが、発病株はうねに沿って隣接株にとうつる傾向を示した。

8) 接木接種によりホップからホップおよびカナムグラに本病をうつすことができた。

9) 汁液接種(とくに罹病株幼芽の部分よりの病汁を用いる)により、接種当年は少数の病徴らしい株が見られたが、次年度には発病が明瞭に認められた。

10) 汁液接種により各種植物に接種を試みたが、インゲン接種葉に少数の壞疽斑点が見られたのみであった。

11) 発病土に健全苗を植え付けても感染が認められず、また発病土あるいは罹病植物の根片にも寄生性の線虫はほとんど認められなかった。

12) 罹病植物から採取した種子を播種した。供試種子は少なかったが実験の範囲内では種子伝染は認められなかった。

13) モモアカアブラムシは本病をうつさぬようである。

14) テトラサイクリン剤(アクロマイシンおよびオオレオマイシン)を用いて治療効果を調べたが、その効果は認められず、マイコプラズマ症とは考えられなかった。

15) 本病と長野県下に発生する外様病とは外観上きわめて類似しており、同一地域で栽培してもほとんど病徴に差異が認められず、接木接種による病徴も両者とも同様であった。

#### 参考文献

- 1) 喜多方忽布処理場(1968). 昭和42年度ホップ栽培試験報告, 1-32.
- 2) 喜多方忽布処理場・鏡石忽布処理場(1969). 昭和43年度ホップ栽培試験報告, 1-36.
- 3) ——— (1970). 昭和44年度ホップ栽培試験報告, 1-54.
- 4) BOCK, K. R. (1966). *Ann. appl. Biol.* 57: 131-140.
- 5) 土居養二・寺中理明・与良清・明日山秀文(1967). 日植病報, 33: 295-266.
- 6) HARRISON, B. D. and WINSLOW, R. D. (1961). *Ann. appl. Biol.* 49: 621-633.
- 7) 石家達爾・土居養二・与良清・明日山秀文(1967). 日植病報, 33: 267-275.
- 8) JHA, ASHARFI and POSNETTE, A. F. (1961). *Virology* 13: 119-123.
- 9) KRIZ, J. (1964). *Confer. on hop disease, East Malling/Kent.* 1-10.
- 10) LEGG, J. T. (1964). *Ann. appl. Biol.* 53: 389-402.
- 11) 森 義忠(1965). サッポロビール古里忽布試験場報告, 1-4.
- 12) ——— (1966). ———, 1-5.
- 13) ——— (1967). ———, 1-5.
- 14) 村山大記(1967). 全国忽布農協連報告, 1-32.
- 15) 村山大記・和賀三郎・青木忠文(1969). 日植病報, 35: 370-371 (講要).
- 16) 西村三郎(1968). 全国忽布農協連報告, 1-30.
- 17) NUBER, K. (1961). *Phytopath. Z.* 42: 375-400.
- 18) SALMON, E. S. and WARE, W. M. (1935). *Ann. appl. Biol.* 22: 728-730.
- 19) SCHMIDT, H. E. (1965, a). *Phytopath. Z.* 53: 216-248.
- 20) ——— (1965, b). ——— 53: 343-369.
- 21) 杉浦巳代治・海田春美・大沢高志(1969). 植物防疫, 23: 293-297.

#### Summary

Since about 10 years ago, the diseased hop plants showing stunted symptom with small yellowish green leaves had been recognized in Nagano and Fukushima Prefectures. Since then the disease occurred in many places in Tohoku district and Nagano Prefecture. We carried out the experiments to determine the agent and to know the properties of the disease.

In this paper the results of experiments performed in three years are reported. In Fukushima Prefecture, hop stunt disease is prevailing and also the diseased areas are increasing year by year. The disease has been increased by the movement of the diseased stocks. The symptoms of the

disease are those; the young leaves develop early, main stems are slender, internodes are becoming short in length, two-thirds of healthy ones and, climbing hairs and edge of the stems are apt to be obscure. Diseased leaves are smaller than healthy ones, rolling outside and then the color gradually turns to pale green. The growth of the diseased leaves are extremely suppressed, resulting scanty appearance of the plants.

The number of node is not variable as compared with that of healthy one, but the plant stunts severely and does not reach the harvesting strings. The weight of stems and leaves, and the number of fruits were reduced to 30-50 per cent as compared with healthy ones. The disease shows severe symptoms especially in dry season. The weight, width and length of diseased fruits are smaller than normal. The content of  $\alpha$ -acid was reduced to 42% and ratio of  $\alpha$ -acid by  $\beta$ -acid was reduced to 50%. In  $\alpha$ -acid of diseased flower humulone was 10 per cent higher than healthy one and on the other hand cohumulone was about 10 per cent lower in content. In the case of  $\beta$ -acid, the content of  $\beta$ -acid was shown no difference between healthy and diseased ones, but the content of lupulone increased and that of colupulone decreased.

The disease seemed to be transmitted to neighbouring plants along the furrow. The disease was transmitted by grafting from diseased hop plants to healthy hop plants and *Humulus japonicus* plants.

The healthy hop plants were infected with sap inoculation by the expressed juice of diseased sprouts, but the symptoms appeared in the next year. The few local lesions were recognized on the inoculated leaves of bean, but many other plants inoculated by diseased juice showed no symptoms. The healthy hop plants planted in diseased soil did not infected with the disease and parasitic nematodes were not almost seen in the diseased soil or plant roots. No seed transmission was recognized in this experiment. The green peach aphid (*Myzus persicae* SULZ.) was not seemed to be the vector. The disease was considered that it was not caused by mycoplasma from the results used tetracycline (Achromycin and Aureomycin).

The disease occurred in Fukushima Prefecture was quite similar in the symptom to that in Nagano Prefecture (Tozama disease). No difference in symptoms was shown between both diseases in the case that the plants infected with two diseases were grown in the same place and in the case of grafting.

## 図版説明

## 図版 I.: 圃場における本病の病徴

- |                  |             |
|------------------|-------------|
| 1. 左側: 健全株       | 右側: 罹病株     |
| 2. 左, 右端: 健全株    | 中央部: 罹病株    |
| 3. 左, 右側: 健全株    | 中央部: 罹病株    |
| 4. 右側の左, 右端: 健全株 | 同側の中央部: 罹病株 |
| 5. 左, 右側: 健全株    | 中央部: 罹病株    |

## 図版 II.: 試験圃場における本病の病徴

- |                |         |
|----------------|---------|
| 1. 左側: 健全株     | 右側: 罹病株 |
| 2. 左側(2株): 罹病株 | 右側: 健全株 |
| 3. 左側: 罹病株     | 右側: 健全株 |
| 4. 左側: 罹病株     | 右側: 健全株 |

## 図版 III.

1. 葉の病徴  
 左上, 下3葉: 罹病葉                      右上: 健全葉
2. 接木によるカナムグラの病徴(カナムグラ台+ホップ穂木)  
 左, 中央: 罹病株(罹病ホップ穂木)      右: 健全株(健全ホップ穂木)
3. 接木によるカナムグラの病徴(カナムグラ台+ホップ穂木)  
 左: 健全株(健全ホップ穂木)              右: 罹病株(罹病ホップ穂木)
4. ホップの毬花  
 左: 罹病株から採取                      右: 健全株から採取
5. 接木によるホップの病徴(ホップ台+ホップ穂木)  
 左, 中央: 罹病株(罹病ホップ穂木)      右: 健全株(健全ホップ穂木)
6. 接木によるホップの病徴(ホップ台+ホップ穂木)  
 左: 健全株(健全ホップ穂木)              右, 中央: 罹病株(罹病ホップ穂木)

