

(論 文)

## 寒冷地方におけるキリてんぐ巢病の発病と被害の進展

泉 憲裕・高橋健太郎・作山 健\*<sup>1</sup>, 吉川信幸\*<sup>2</sup>

Occurrence and symptom development of Paulownia witches' broom disease in cold districts

Kenyu IZUMI, Kentaro TAKAHASHI, Takeshi SAKUYAMA \*<sup>1</sup>,

Nobuyuki YOSHIKAWA \*<sup>2</sup>

### 要 旨

キリふらん病の発生抑制管理を行っているキリ試験地において、キリてんぐ巢病の発病実態を調査した。その結果、枝枯，奇形葉，異常開花，二次枝等間隔型といった寒冷地方におけるキリてんぐ巢病の特徴的な病徴が明らかになった。調査木全てにてんぐ巢病が発病し、その被害程度も急速に高くなる傾向が見られた。したがって、寒冷地方でもキリ枯損被害の主要因はてんぐ巢病であると考えられた。

We investigated the actual condition of development of paulownia witches' broom (PaWB)disease on the experimental grounds where canker disease is being controlled.

The results confirmed that the death branches, malformed leaves, abnormal efflorescence and fish-bone like branches are the characteristic symptoms of PaWB in cold districts.

All paulownia trees we investigated had contracted PaWB. The damage tended to spread within a short period. Therefore, it is very likely that the key factor of paulownia mortality damages is PaWB in cold districts as well.

キーワード：キリてんぐ巢病 病徴 ファイトプラズマ 寒冷地方

### 目 次

緒 言 .....	12	2 結 果 .....	13
1 試験方法 .....	12	2. 1 病徴発現 .....	13
1. 1 試験地の概要 .....	12	2. 2 罹病状況 .....	13
1. 2 病徴発現 .....	12	2. 3 被害の推移 .....	13
1. 3 罹病状況 .....	12	2. 4 病原ファイトプラズマの検出 .....	15
1. 4 被害の推移 .....	12	3 考 察 .....	22
1. 5 病原ファイトプラズマの検出 .....	13	引用文献 .....	22

\* 1 元岩手県林業技術センター

\* 2 岩手大学農学部農業生命科学科

## 緒 言

岩手県はキリ (*Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud.) の主産地であり、農林家の収入を補完するものとして栽培されてきた。近年、キリの衰退現象によりその生産量が激減しており、その原因は「てんぐ巣病」と「ふらん病」と考えられている<sup>6),7),8)</sup>。

キリてんぐ巣病はキリの主要病害の一つであり、温暖な地方では葉の小型化、黄化、叢生といった、いわゆる「てんぐ巣」症状を示し、枯死に至る。しかし、寒冷地方では温暖な地方で見られるようなてんぐ巣症状を示さないうえ、管理粗放林では不定芽の発生に起因するふらん病の併発のため、てんぐ巣病が及ぼす被害への影響が不明である。

不定芽の除去や薬剤塗布等によるキリふらん病の防除は可能であることが知られている<sup>4)</sup>ことから、ふらん病を予防したキリてんぐ巣病防除試験のための試験地を設定した。今回は、被害に及ぼすキリふらん病の影響を排除した試験地において、てんぐ巣病の発病の実態を調査し、てんぐ巣病が生長に及ぼす影響を明らかにすることを試みた。

### 1 方法

#### 1.1 試験地の概要

調査地は当センターが1991年から1993年に植栽・台切りし、試験地として設定した岩手県岩泉町内のキリ造林地4箇所(約40a)である。栽培管理として、樹幹に発生した不定芽の除去及び殺菌剤の塗布等によりキリふらん病の発生の抑制管理をしている。植栽木の全木の樹幹部についてふらん病の病斑の有無をあらかじめ確認し、その病斑を形成していない植栽木(穴沢:14本, 尼額:23本, 橋場:21本, 小本:27本)について、以下の調査を行った。

#### 1.2 病徴発現

寒冷地方に特徴的な病徴を明らかにするため、ファイトプラズマ病に特徴的な病徴<sup>5)</sup>およびこれまでに報告されたキリてんぐ巣病の病徴<sup>2),8)</sup>を参考に、葉、枝、花芽について丁寧に目視で観察、記録した。調査は各試験地の全木を1996年5月から1999年9月まで、1ヶ月に1回経時的に行った。観察された病徴を発現部位ごとにまとめ、出現頻度を試験地ごとに比較した。

#### 1.3 罹病状況

被害の経時的な拡大及び分散の推移を明らかにするため、1996年から1999年までの各年7月に各試験地の全木について目視により病徴発現木を調査した。表1の被害

程度区分に従い、単木ごとの被害程度の模式的な平面図を作成し、試験地ごとに推移を比較した。

#### 1.4 被害の推移

てんぐ巣病の病徴の発現時期を解明するため、各試験地の全木について目視により病徴を発現した本数をカウントした。調査は、1996年5月から1999年9月まで1ヶ月に1回行い、病徴発現の時期や経時的な被害率の推移を試験地ごとに比較した。

被害程度の推移を明らかにするため、キリてんぐ巣病による被害程度を表1によりその程度ごとに区分した。調査は目視により判断し、各試験地の全木について1996年5月から1999年9月まで1ヶ月に1回行った。

表1 被害程度の判定区分と判定基準

Table.1 The degree of damage by PaWB

判定 Damage	被害程度 Degree of damage
枯死 Dead	てんぐ巣病で枯死したもの Tree was died by PaWB
激害 Severe	枝の1/2以上の被害のもの Symptom developed more than 50% of branches
中害 Moderate	激害と微害の中間のもの Symptom developed moderately
微害 Slight	わずかに被害の見られるもの Symptom developed slightly
健全 Healthy	病徴が全く見られないもの No symptom

キリ試験地全体の被害程度ごとの経時的な推移を明らかにするため、試験地ごとに被害程度別の本数を表1に従い区分したものを、それぞれの指数から次式によって算定し、試験地ごとに比較した。

平均被害度数＝

$$\frac{7 * A + 5 * B + 3 * C + 1 * D + 0 * E}{N}$$

N

- A : 枯死の本数
- B : 激害の本数
- C : 中害の本数
- D : 微害の本数
- E : 健全の本数
- N : 全体の本数

### 1. 5 病原ファイトプラズマの検出

ファイトプラズマの感染を確認するため、PCR 法によるファイトプラズマ遺伝子の検出を試みた。寒冷地方の病徴発現木由来のファイトプラズマと温暖な地方のものとを比較できるように、岩手県産の病徴発現木（寒冷地方）と茨城県産の病徴発現木（温暖地方）から10月にサンプルを採取した。CTAB 法で全核酸を抽出し、得られた核酸をテンプレートとして、ユニバーサルプライマーセット R16m F 1 / R16m R 1<sup>3)</sup> を用いて PCR を行った。PCR は *Taq* ポリメラーゼを使用し、40サイクル増幅した。得られた PCR 産物を 1% アガロースゲル電気泳動した。

検出されたファイトプラズマの系統関係を明らかにするため、さらにユニバーサルプライマーセット R16F 2 / R16R 2<sup>3)</sup> を用いて nested-PCR を行い、得られた PCR 産物を *Mse* I や *Kpn* I など数種の制限酵素で切断し、5% ポリアクリルアミドゲル電気泳動を行った。岩手県産の病徴発現木（寒冷地方）から得られた制限酵素切断パターンを、茨城県産の病徴発現木（温暖な地方）のものと比較し、さらにキリてんぐ巣病ファイトプラズマと同一のグループ I<sup>3)</sup> の代表的なメンバーであるアスターイエローズと同一と考えられているタマネギ萎黄病のものと比較した。

## 2 結果

### 2. 1 病徴発現

野外で観察された病徴を表 2 に示す。病徴は枝、葉、花（芽）に発現し、その各病徴が併発している例が多く見られた。病徴は、枝枯（100%）や奇形葉（100%）等が多く観察され、異常開花（4.7%）や fish-bone（17.6%）<sup>3)</sup> の発現率は低かった。いずれの病徴でも局在性が見られ、見かけの健全部位と病徴発現部位とは容易に区別できた。温暖な地方で見られる典型的なてんぐ巣症状

（写真 1, 2）は見られなかった。

健全枝（写真 3）は葉が大きく粗着で、葉の色も濃い緑色であった。奇形花芽及び異常開花（写真 4）は秋期（10月）に観察され、花芽の伸長や花被の展開が見られた。萎縮枝（写真 5）は枝の伸長生長が減退し萎縮しているように見えた。直立枝（写真 6）は主枝から垂直に枝が伸長するもので、着葉はするが数年のうちに枯枝となる傾向が見られた。fish-bone（写真 7）は二次枝が等間隔に異常発生するもので、小本試験地で多く見られた。枝枯（写真 8）は春期に葉を着生しないもので、枝枯症状は回復することはなかった。異常落葉は（写真 9）は夏期（6月）または秋期（9月）に落葉するもので、その後展葉しあかかも回復したかのように見えるものもあった。異常展葉（写真 10）は、秋期（10月）に落葉し、着葉がなくなってから新たに幼葉が展開した。黄化（写真 11）は夏期（7月）に葉の緑色の退色が観察され、温暖な地方で見られるように明瞭ではなかったが健全部位とは明らかに区別できた。奇形葉及び密生（写真 12）は 6月から 7月に多頻度で観察され、葉が小型化し着葉が密生していた。

### 2. 2 罹病状況

各試験地の被害程度別の推移の模式的な平面図を図 1～4 に示す。穴沢試験地の 1996年 7月では、健全 3本、微害 8本、中害 3本であったのが経時的に被害程度が高くなり、1999年 7月には健全 0本、微害 0本、中害 10本、激害 4本となった。被害の分散に集中性は見られず、試験地全体で蔓延していく傾向が見られた。他の試験地でも同様に被害程度が経時的に高くなり、被害の分散も集中性は見られず試験地全体で蔓延していった。

### 2. 3 被害の推移

各試験地ごとの被害率の推移を図 5 に示す。いずれの試験地でも台切り後 3年～5年で病徴が発現した。台切り後 5年経過した 1996年 5月の穴沢試験地では被害率 71%と高率で病徴が発現し、10月には全ての植栽木に発現していた。一方、1996年の 5月（小本試験地は 6月）で被害率の低かった尼額試験地（被害率 4%）、橋試験地場（0%）、小本試験地（22%）の各試験地でも急速に被害が拡大し、わずか 3年後の 1999年にはいずれの試験地でも全ての植栽木に病徴が発現した。

病徴の発現は葉の小型化、密生化が最初に確認される例が多く、これらが確認される夏期から秋期にかけて被害率が上昇する傾向が見られた。1998年はいずれの試験地（被害率 100%の穴沢試験地を除く）でも、被害率の上昇はゆるやかもしくは現状維持であったが、翌年の 1999年には被害率が 100%となった。

表2 寒冷地方におけるキリてんぐ巢病の病徴  
Table.2 Symptoms of PaWB disease in cold districts.

病徴 Symptom	発現部位 Site of symptom development	特 徴 Characterisitic	発現率 Percentage of trees developed symptom
奇形花芽 Malformed bud	花 (芽) Flower (bud)	秋期に花芽が伸長する Flower bud develops in autumn	38.8
異常開花 Abnormal flowering		秋期に花被が展開する Flower develops in autumn	4.7
萎縮枝 Dwarfing of branches	枝 Branch	二次枝が伸長しない Secondary main branch is stunted	100.0
直立枝 Erect branches		主幹から枝が直立に伸長する Secondary main branch shoot erectly on main branch	49.4
二次枝等間隔型 Fish-bone		二次枝が等間隔で異常発生する Secondary main branches shoot develop abnormally at equal intervals	17.6
枝 枯 Dead branches		春期に葉を着生しない Leaves are not attached on branch in spring	100.0
異常落葉 Abnormal falling of leaves	葉 Leaf	夏期、秋期に異常落葉する Leaves fall in summer and autumn	32.9
異常展葉 Abnormal leafing		秋期に展葉する Leaves open in autumn	22.4
黄 化 Yellowing		葉色が黄化する Leaves turn yellow	21.2
奇形葉 Malformed leaf		葉が小型化、細化する Leaves are deformed and small	100.0
密 生 crowded leaves		小型葉が密に着生する Crowded leaves are attached to branches	100.0

発現率 (%) = 病徴発現本数 / 調査本数 (85本)  
Percentage of trees developed symptom = Number of trees developed symptom / Number of trees counted

各試験地の被害程度別の推移を表3～6に示す。台切後5年経過の1996年の穴沢試験地では激害はなく、健全4本、微害7本、中害3本であった。しかし8月には激害が1本確認され、以後中害や激害へと推移していった。調査開始からわずか3年後の1999年の9月には、健全0本、微害0本、中害10本、激害4本と急速に被害が進展していた。1996年に被害の少なかった他の試験地でも同様に被害程度が進行しており、最も被害の大きかった小本試験地では、1999年9月には健全0本、微害4本、中害8本、激害13本、枯死2本となった。

平均被害度数は1996年5月には0～1.1と各試験地も低い値を示した(図6)。しかし、試験地及び年次ばらつきがあるものの、いずれも急速に高い値となり、1999年には2.2～4.0と高い被害度数を示した。



## 2. 4 病原ファイトプラズマの検出

岩手県産の病徴発現木および温暖な地方で見られる病徴発現木からは、それぞれ約1.4kbのPCR産物が得られた。一方、健全部位及び対照の健全実生苗からは、PCR産物は得られなかった(図7)。RFLP解析では、寒冷地方の病徴発現木の抽出核酸から増幅されたPCR産物の制限酵素による切断パターンは、温暖な地方のものとは一致した。また、ファイトプラズマのクラスターのグループI<sup>2)</sup>のメンバーとの比較では、*Mse* Iの切断パターンで違いが認められたほかは一致した(図8)。

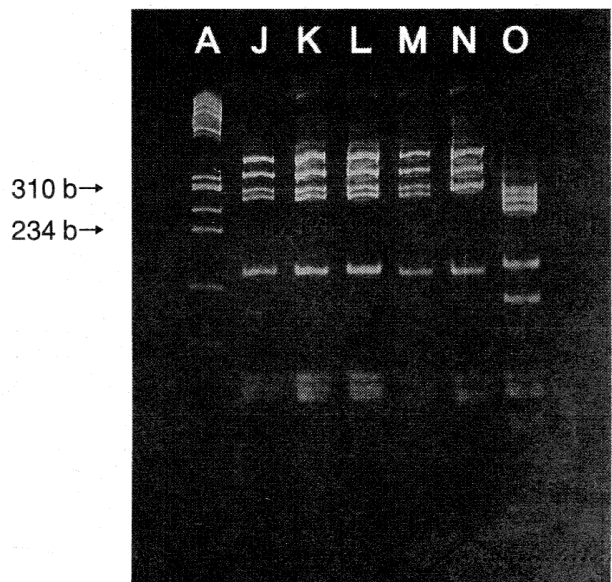


図7 PCR産物のアガロースゲル電気泳動像  
Fig.1 Agarose gel electrophoresis of DNA products amplified by polymerase chain reaction.

- A : 分子量マーカー (φX 174 *Hae* III消化)  
Size marker (φX 174 *Hae* III digest)
- B : 健全キリ実生  
Seedlings (non-infected)
- C～G : 無病徴木 (岩手)  
Trees without symptoms (Iwate)
- H～L : 病徴発現木 (岩手)  
Trees with symptoms (Iwate)
- M : 病徴発現木 (茨城)  
Trees with symptoms (Ibaraki)

図8 PCR産物の *Mse* Iによる切断パターン  
Fig.2 RFLP analyses of DNA products amplified by PCR. DNA products were digested with restriction endonucleases *Mse* I.

- A : 分子量マーカー  
Size marker (φX 174 *Hae* III digest)
- J～L : 病徴発現木 (岩手)  
Trees with symptoms (Iwate)
- M : 病徴発現木 (茨城)  
Trees with symptoms (Ibaraki)
- N : タマネギ萎黄病 (グループI)  
Onion yellows (group I)
- O : リンドウてんぐ巣病 (グループIII)  
Gentain witches' broom (group III)

表3 穴沢試験地の被害程度別本数の推移

Table.3 Changes in the number of paulownia trees with symptoms in Anazawa field.

区分 Degree	1996年						1997年					1998年					1999年			
	5月 May.	6月 Jun.	7月 Jul.	8月 Aug.	9月 Sep.	10月 Oct.	5月 May.	6月 Jun.	7月 Jul.	9月 Sep.	10月 Oct.	5月 May.	6月 Jun.	7月 Jul.	8月 Aug.	9月 Sep.	6月 Jun.	7月 Jul.	8月 Aug.	9月 Sep.
健全 healty	4	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
微害 slight	7	6	8	10	10	4	3	4	4	4	4	4	3	2	2	2	2	0	0	0
中害 moderate	3	6	3	1	1	8	9	8	7	7	7	7	6	7	7	7	7	10	10	10
激害 servere	0	0	0	1	1	2	2	2	3	3	3	3	5	5	5	5	5	4	4	4
枯死 dead	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表4 尼類試験地の被害程度別本数の推移

Table.4 Changes in the number of paulownia trees with symptoms in Amabitai field.

区分 Degree	1996年						1997年					1998年					1999年			
	5月 May.	6月 Jun.	7月 Jul.	8月 Aug.	9月 Sep.	10月 Oct.	5月 May.	6月 Jun.	7月 Jul.	9月 Sep.	10月 Oct.	5月 May.	6月 Jun.	7月 Jul.	8月 Aug.	9月 Sep.	6月 Jun.	7月 Jul.	8月 Aug.	9月 Sep.
健全 healty	22	21	21	20	17	9	9	8	17	10	10	10	2	2	2	1	0	0	0	0
微害 slight	0	1	1	3	5	11	11	12	4	10	10	10	17	17	17	16	5	5	5	5
中害 moderate	1	1	1	1	0	3	3	3	2	3	3	3	4	4	4	6	13	13	13	13
激害 servere	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	5
枯死 dead	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表5 橋場試験地の被害程度別本数の推移

Table.5 Changes in the number of paulownia trees with symptoms in Hashiba field.

区分 Degree	1996年						1997年					1998年					1999年			
	5月 May.	6月 Jun.	7月 Jul.	8月 Aug.	9月 Sep.	10月 Oct.	5月 May.	6月 Jun.	7月 Jul.	9月 Sep.	10月 Oct.	5月 May.	6月 Jun.	7月 Jul.	8月 Aug.	9月 Sep.	6月 Jun.	7月 Jul.	8月 Aug.	9月 Sep.
健全 healty	21	21	20	18	16	15	15	14	14	12	12	15	7	6	7	7	4	0	0	0
微害 slight	0	0	1	3	5	6	6	7	7	8	8	6	12	8	8	8	8	11	11	11
中害 moderate	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	6	6	6	8	7	7	7
激害 servere	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	3
枯死 dead	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表6 小本試験地の被害程度別本数の推移

Table.6 Changes in the number of paulownia trees with symptoms in Omoto field.

区分 Degree	1996年						1997年					1998年					1999年			
	5月 May.	6月 Jun.	7月 Jul.	8月 Aug.	9月 Sep.	10月 Oct.	5月 May.	6月 Jun.	7月 Jul.	9月 Sep.	10月 Oct.	5月 May.	6月 Jun.	7月 Jul.	8月 Aug.	9月 Sep.	6月 Jun.	7月 Jul.	8月 Aug.	9月 Sep.
健全 healty		21	16	12	9	7	9	9	8	8	7	3	2	2	2	2	0	0	0	0
微害 slight		5	6	7	8	7	5	4	5	5	6	6	6	6	8	8	9	4	4	4
中害 moderate		1	2	4	6	3	3	4	4	4	4	6	6	6	6	6	3	8	8	8
激害 servere		0	3	4	4	10	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	13	13	13	13
枯死 dead		0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2

## 罹病程度

The degree of damage

健全: 病徴がみられないもの

Healthy (no symptom)

微害: わずかに被害のみられるもの

Slight (symptom developed slightly)

中害: 激害と微害の中間のもの

Moderate (symptom developed moderately)

激害: 枝の1/2以上の被害のもの

Servere (Symptom developed more than 50% of branches)

枯死: てんぐ巣病で枯死したもの

Tree was died by PaWB

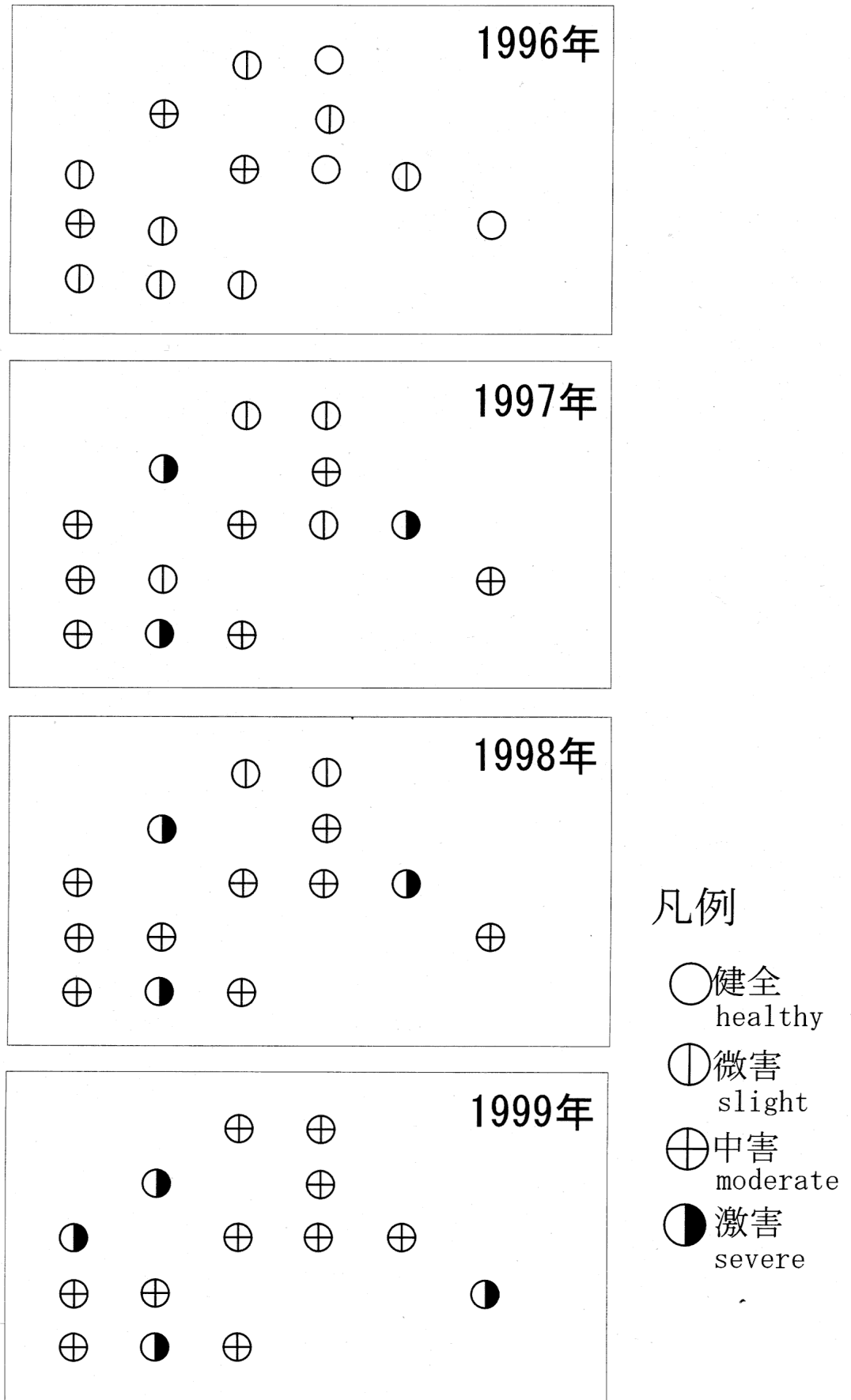


図 1 各年 7 月における罹病状況 (穴沢試験地)  
Fig. 1 Changes in the symptoms of pawlownia trees in Anazawa field from 1996 to 1999.  
Symptom observation were conducted at July in every year.

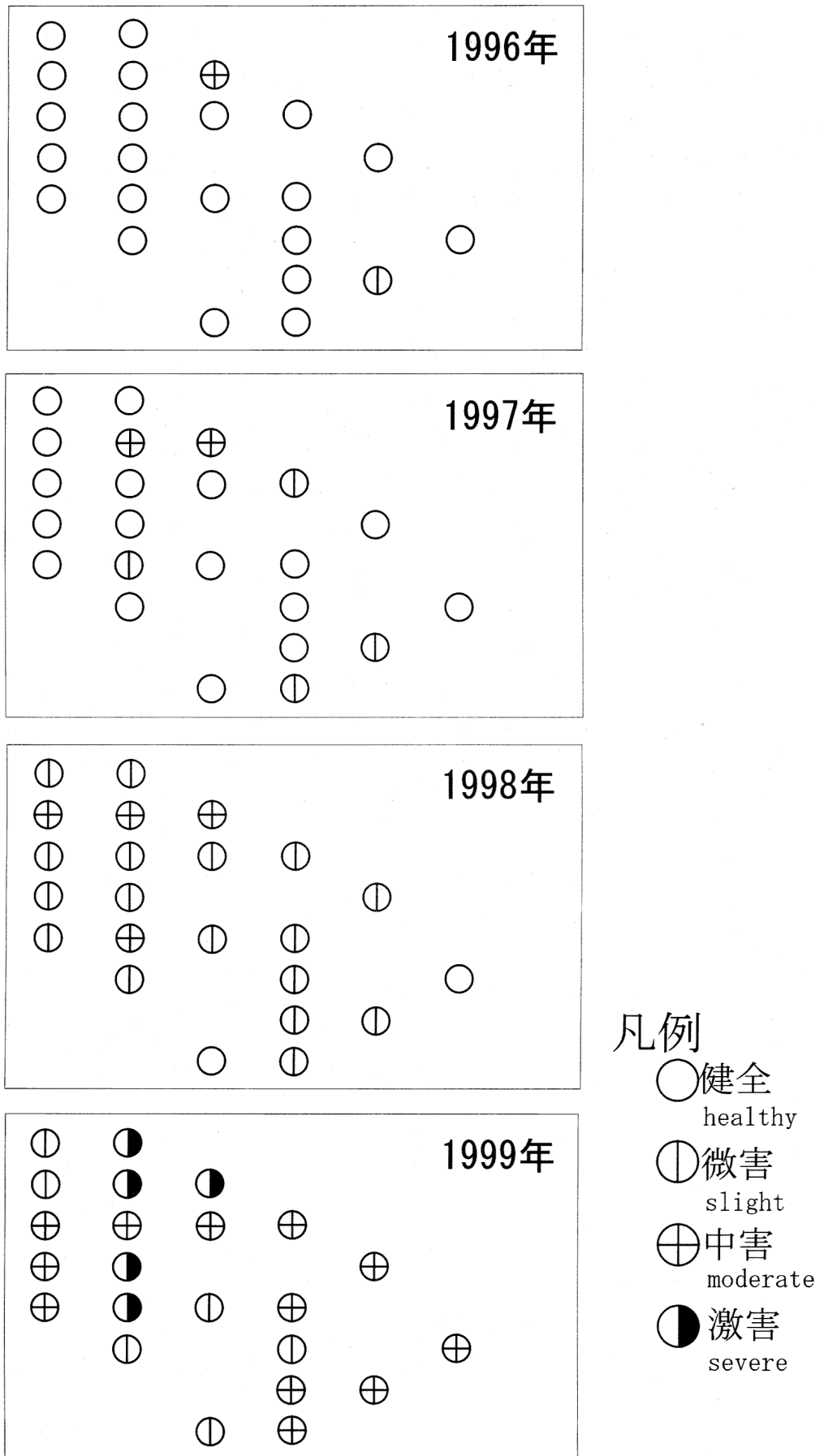


図 2 各年 7 月における罹病状況 (尼額試験地)  
 Fig. 2 Changes in the symptoms of paulownia trees in Amabitai field from 1996 to 1999. Symptom observation were conducted at July in every year.



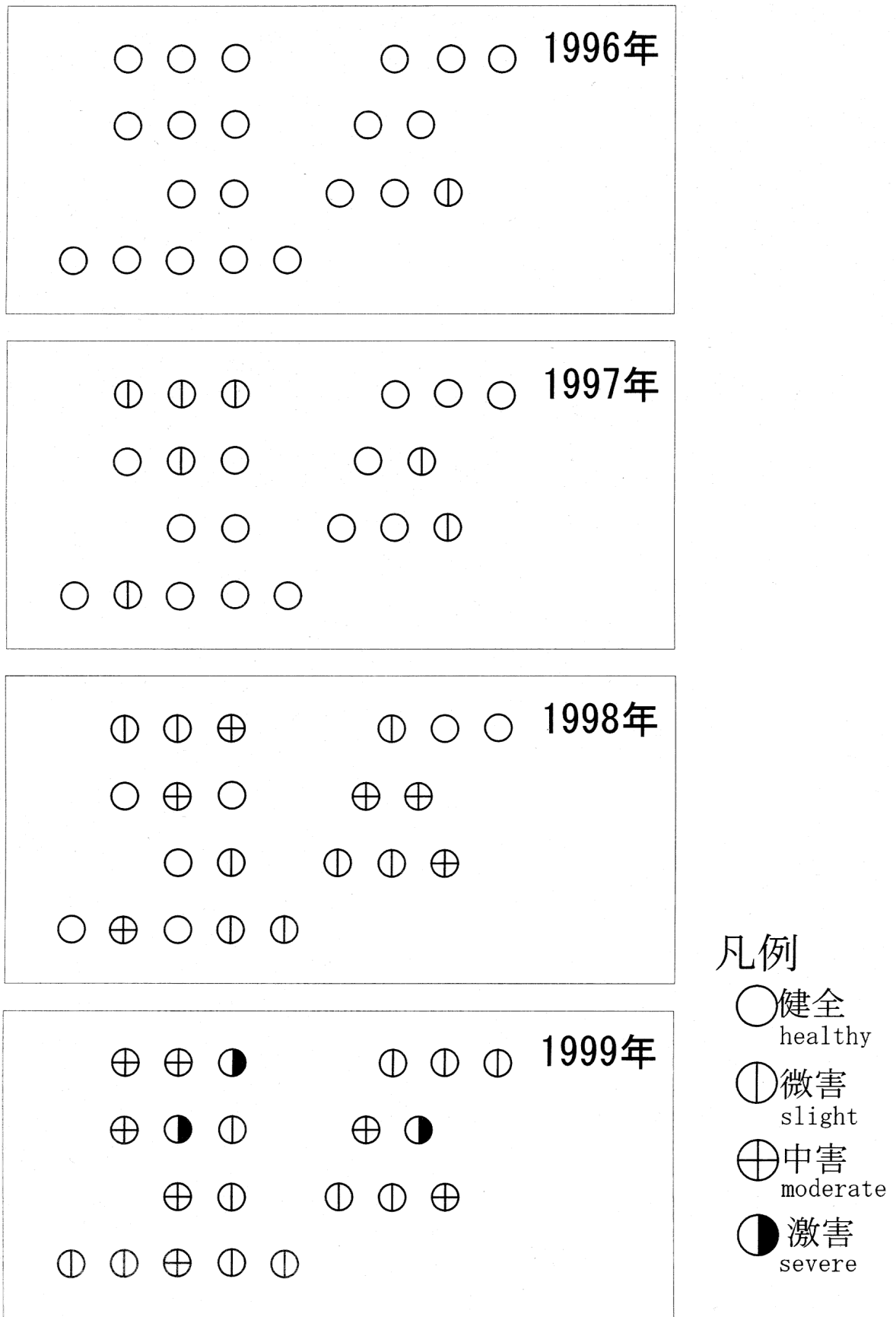


図 3 各年 7 月における罹病状況 (橋場試験地)

Fig. 3 Changes in the symptoms of paulownia trees in Hashiba field from 1996 to 1999.

Symptom observation were conducted at July in every year.

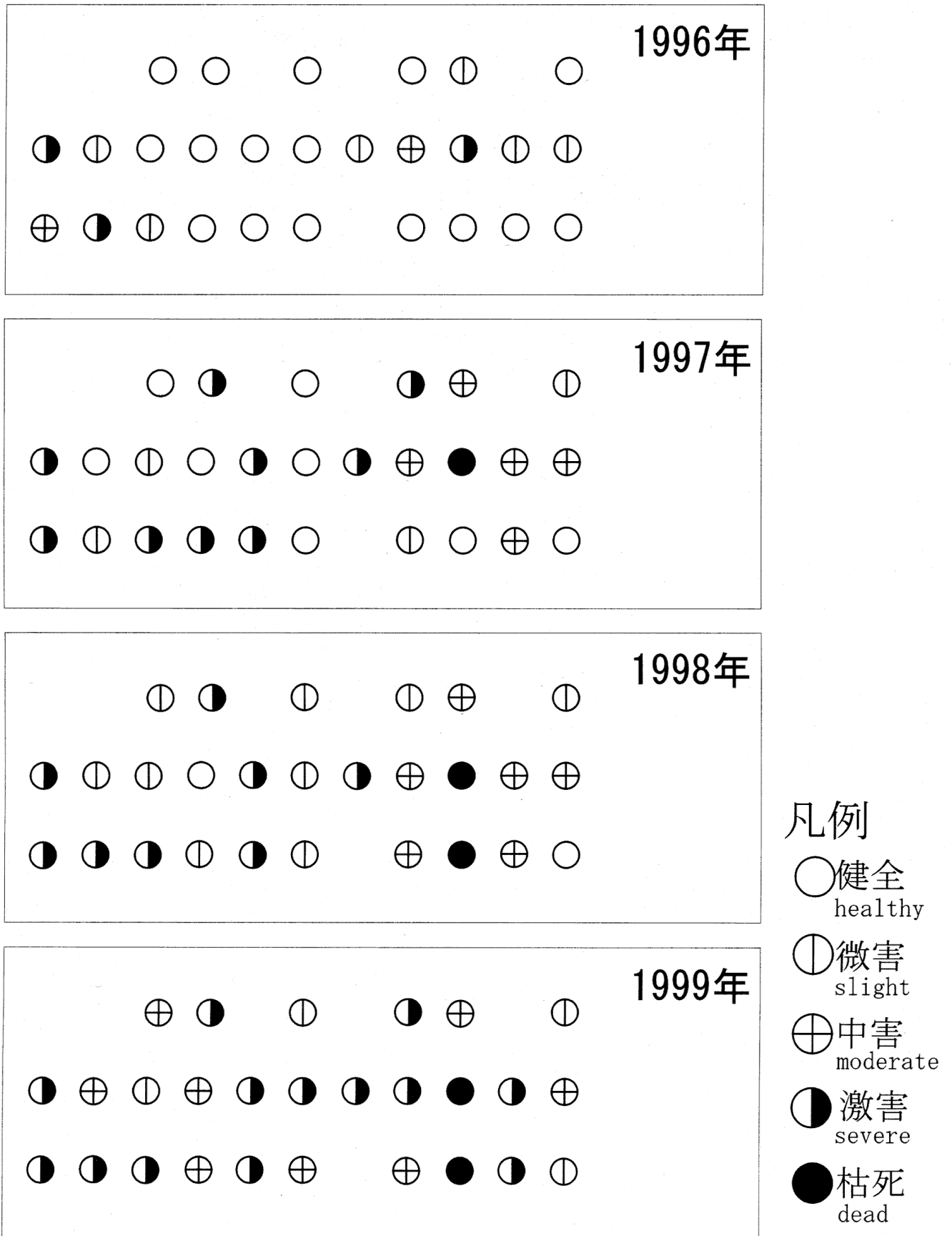
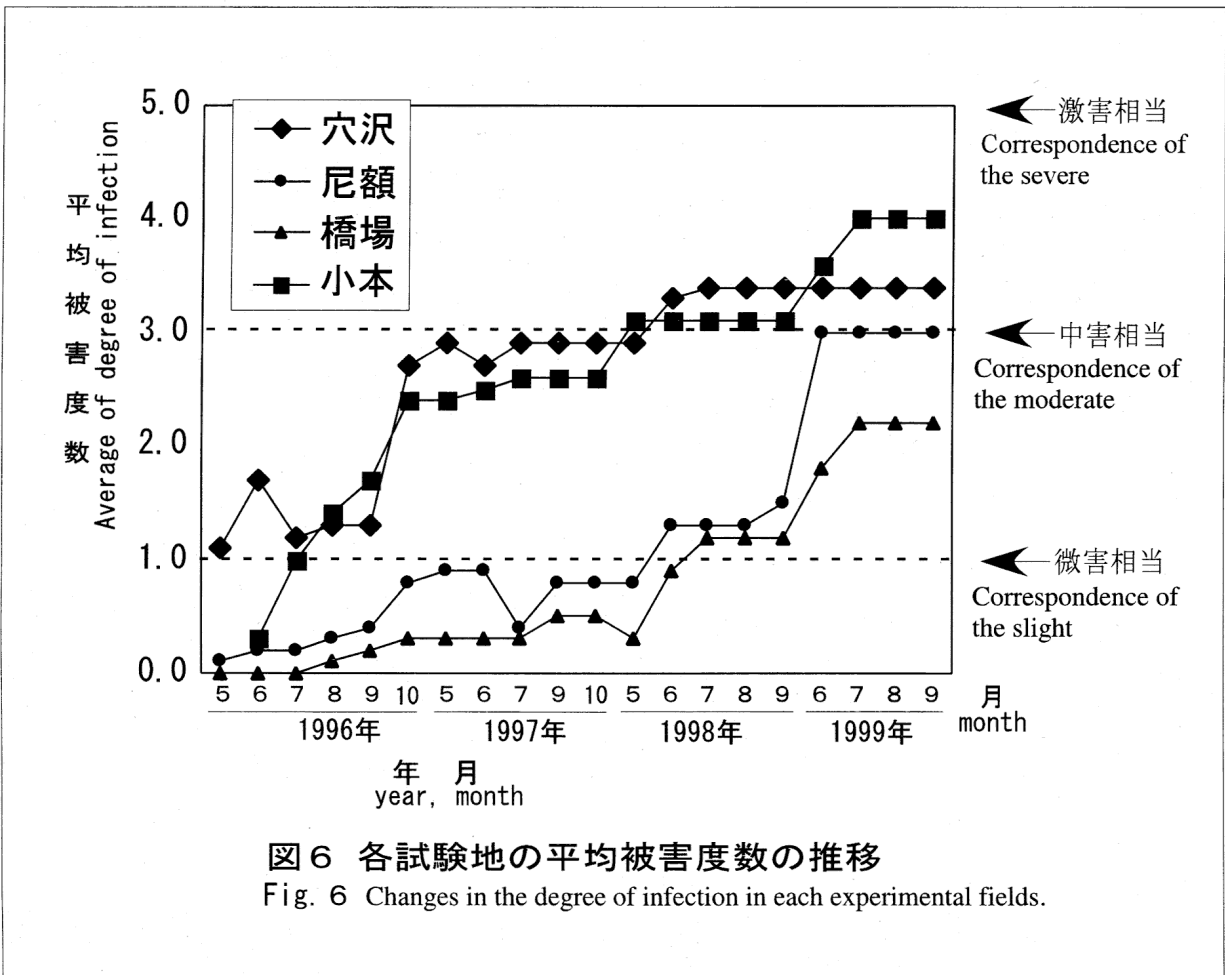
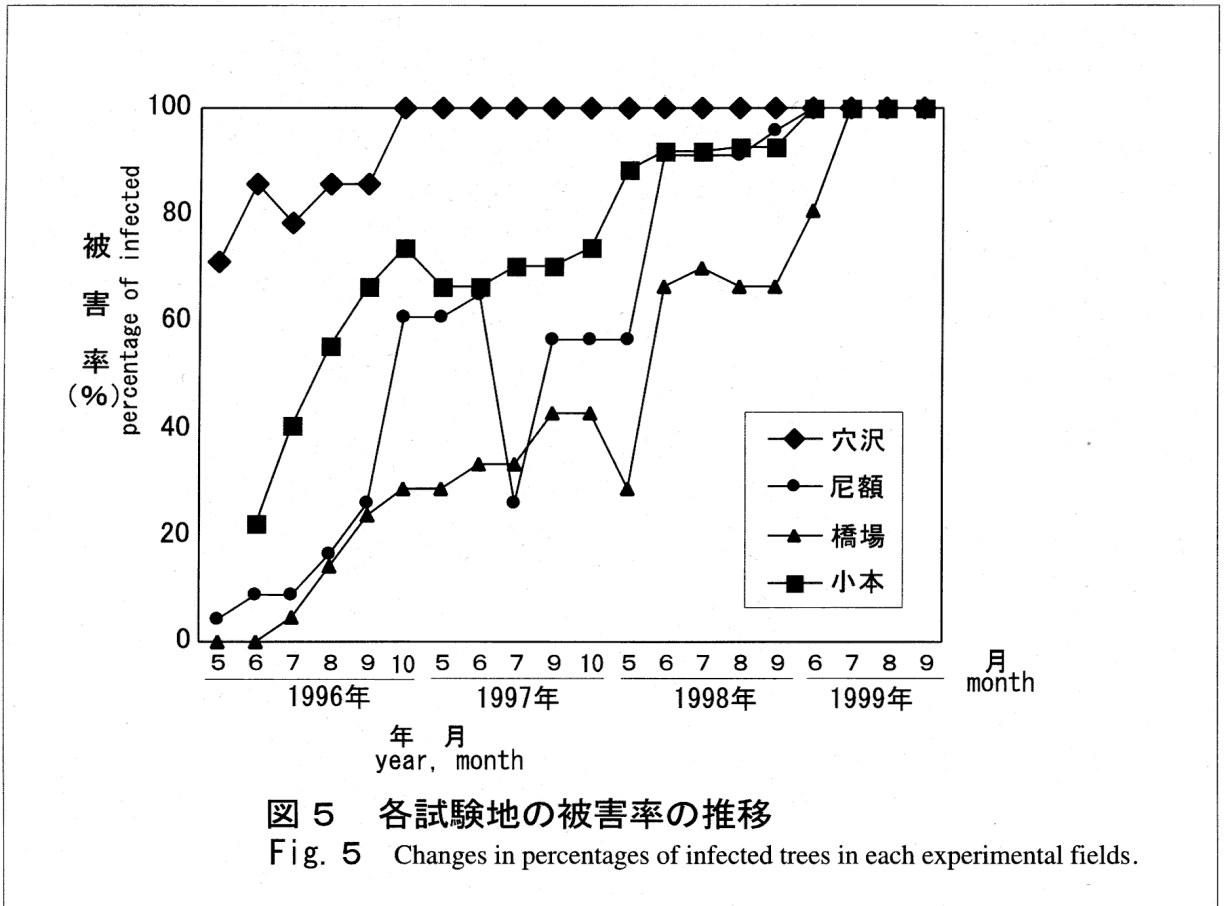


図 4 各年 7 月における罹病状況（小本試験地）

Fig. 4 Changes in the symptoms of paulownia trees in Omoto field from 1996 to 1999. symptom observation were conducted at July in every year.



### 3 考察

寒冷地方では温暖な地方で見られるてんぐ巣症状を示さないため、てんぐ巣病が被害へ及ぼす影響が不明であった。今回、ふらん病発生の抑制管理をおこなっている試験地におけるてんぐ巣病の被害調査で、いくつかの知見が得られた。

温暖な地方で見られるような典型的な「てんぐ巣」症状は、寒冷地方では見られない例が多い。高村ら<sup>8)</sup>は寒冷地方に特徴的な病徴として野外の観察から、枝(萎縮)、蕾(秋期に展開)を、さらに罹病木の接木の観察から、葉に発現する病徴として奇形葉を報告した。今回の野外における病徴の発現調査からこれら既知の病徴の他、直立枝, fish-bone<sup>3)</sup>, 異常落葉など数種のキリてんぐ巣病の病徴が新たに明らかになった。

Nakamura et al.<sup>6)</sup>はPCR法を用いて、東北地方にキリてんぐ巣病が広く蔓延していることを明らかにした。今回のPCRでも同様に、試験地の病徴発現木からファイトプラズマ遺伝子が検出された。病徴発現部位からはファイトプラズマ遺伝子が検出され健全部位から検出されなかったことは、ファイトプラズマが病徴の発現に関与していると考えられた。

寒冷地方の病徴発現木から抽出されたPCR産物の制限酵素切断パターンは温暖な地方の病徴発現木のものと同じし、さらにタマネギ萎黄病ファイトプラズマとの比較では、Mse Iの切断パターンで違いが認められたほかは一致した。このことは、本病害は既報<sup>2),5)</sup>のものと同じであり、キリてんぐ巣病であることが確認された。これら寒冷地方で観察された病徴は、温暖な地方には見られないが寒冷地方の病徴発現木から検出された病原ファイトプラズマの遺伝子タイプは温暖な地方のものと同じであったことから、寒冷地方に特徴的なものと考えられた。

佐藤<sup>7)</sup>は、岩手県内でのキリのてんぐ巣病とふらん病の被害実態調査で、てんぐ巣病があまりみられず北部寒冷地ではふらん病の被害が目立つこと、さらに激発地では、ふらん病とてんぐ巣病の併発やふらん病の激発に起因するものであることを報告した。しかし本調査では、佐藤の報告と同様に高い被害率を示したが、試験地においてふらん病の影響を排除していることから、被害はてんぐ巣病によるものと考えられた。試験地では、樹幹部にふらん病の病斑が形成されていないことを確認しているが、枝に形成された病斑に関しては樹高が高いことにより精査できていない。したがって、被害の全てがてんぐ巣病によるものとは言い切れない。しかし、小本試験地ではてんぐ巣病の病徴を発現し2本が枯死したが、枝

部にもふらん病の病斑は形成されていなかった。このことは、被害に及ぼすてんぐ巣病の影響が大き過ぎるばかりでなく、てんぐ巣病により枯死に至ることもあることを示している。

いずれの試験地でも台切り後わずか数年でてんぐ巣病の病徴が発現し、わずか数年のうちに被害が試験地の植栽木全体に蔓延した。その被害の分散拡大は急速に進行しその被害程度も高かった。したがって、寒冷地方においてもてんぐ巣病が枯損被害の主要因となっていると考えられた。

以上のことから、岩手県においてキリはてんぐ巣病の影響を大きく受けており、キリ栽培においてはてんぐ巣病の防除を含めた新たな栽培体系が必要であると考えられた。

## 引用文献

- 1) Gundersen, D., E., and Lee, I., M. (1996) Ultrasensitive detection of phytoplasmas by nested-PCR assays using two universal primer pairs. *Phytopath. med.* 35 : 141-151
- 2) Hiruki, C. (1988) *Tree Mycoplasmas and Mycoplasma Diseases*. 245pp, The University of Alberta Press, Canada
- 3) 泉憲裕・作山健・楠木学 (1998) 岩手県におけるキリの二次枝等間隔タイプ病徴からのファイトプラズマの検出. *日林論* 109 : 371-372
- 4) 工藤亘 (1992) 岩手県におけるキリ胴枯性被害と栽培技術 (I) - 腐らん病の発生状況と不定枝切除による防除対策 - . *日林東北支誌* 44 : 203-204
- 5) Lee, I.M., Hammond, R.W., Davis, R.E., and Gundersen, D.E. (1993) Universal amplification and analysis of pathogen 16Sr DNA for classification and identification of Mycoplasma like organisms. *Phytopath.* 83 (8) : 834-842
- 6) Nakamura, H., Ohgake, S., Sahashi, N., Yoshikawa, N., Kubono, T., Takahashi, T. (1998) Seasonal variation of Paulownia witches'-Broom Phytoplasma in Paulownia Trees and Distribution of the Disease in the Touoku District of Japan. *J.For.Res.* 3 : 39-42
- 7) 佐藤邦彦 (1990) 東北地方におけるキリのてんぐ巣病と腐らん病による衰退. *日林論* 101 : 579-580
- 8) 高村尚武・作山健・南館昌 (1981) キリてんぐ巣病の発病と環境. 岩手県林業試験場成果報告 15 : 17-28



写真1 温暖な地方のキリ  
てんぐ巣症状（茨城県）



写真2 温暖な地方のキリ  
てんぐ巣症状（茨城県）



写真3 健全枝（無病徴）



写真4 奇形花芽及び異常開花



写真5 萎縮枝



写真6 直立枝



写真7 二次枝等間隔型



写真8 枝枯



写真9 異常落葉



写真10 異常展葉



写真11 黄化



写真12 奇形葉及び密生