

# 茨城県における材線虫病被害の激害化と気象要因

## The Relation between Severity of Pine Wilt Disease and Weather Conditions in Ibaraki Prefecture

清水 一郎\*

Ichiro SHIMIZU\*

### I はじめに

材線虫病によるマツの枯損被害の分布と気候・気象との関係について、従来経験的に、被害が分布する地域は温暖な気候条件下にあること、平年に比べ夏季の気温が高く降水量の少ない年には被害が増大することが指摘されていた。これに関して、竹谷ら（1975）はマツ枯損の発生環境を温量（MB 指数）で区分することを試み、竹下ら（1975）はマツ枯損の被害程度と気象値との間に多元的な関係があることを示している。

茨城県水戸市は、西日本の激害地域に比べ寒冷な気温条件にあるにもかかわらず、1971年に被害が飛火的に発生した。その後、この被害は水戸市を中心に年々ほぼ同心円状に拡大し、1978年に被害量は枯損材積で前年比約28倍（742,000m<sup>3</sup>）に増大した。茨城県内の材線虫病によるマツの枯損動態については、県内全域を2 km×2 kmのメッシュに区切り、被害の広がりについて検討することがすでに行われている（岸，1980）。

今回筆者は、既知の調査結果を利用して、比較的寒冷な茨城県における材線虫病被害と気象因子（夏季の気温・降水量）との関係を、被害地域の拡大と被害程度の上昇という、2つの観点にもとづいて調べた。

本研究を遂行する上で、東京大学理学部地理学教室・農学部森林植物学教室の皆様方、武田孝志氏に御協力戴いた。岸洋一氏には、未発表の資料を提供して戴いた。これらの方々に感謝の意を表す。

---

\*東京大学農学部林学科

Department of Forestry, Faculty of Agriculture, University of Tokyo

II 調査方法

マツ枯損被害と気象因子との関係を調べるため、次の値を使用した。

1) マツの枯損量

マツの枯損材積については、茨城県内の各年度の総枯損材積（県林業課，1983）およびその前年度比を用いた。

被害の拡大速度については、岸（1980）の、1524の各メッシュごとに被害程度を5段階（微害、弱害、中害、激害、激甚；以下それぞれ被害程度0，1，2，3，4と記す）に区分した調査結果から、被害程度1，2，3，4の4つの程度に対し、次に述べる被害の拡大速度を求め、これを用いた。

被害の拡大速度とは、1年間にどれだけ被害が前進したかを示す値で、(t-1)年度の被害地域の外縁からt年度の外縁までの、1年間に前進した距離L(t)を、初年度の前進距離L(1)で割ったものである。t年度の拡大速度V(t)は次式で表される（図1）。

$$V(t) = L(t)/L(1) \\ = (\sqrt{S(t)} - \sqrt{S(t-1)}) / \sqrt{S(1)}$$

S(t)はt年度までの総被害面積を、S(1)は初年度の被害面積を示す。ただし実際に計算するにあたっては、被害地域の形を円形と仮定して、被害の拡大速度を求めた。

2) 気象値

気温・降水量については、夏季の気温・降水量がマツの水分生理状態に影響を及ぼすこと（鈴木，1984）を考え、6～9月の期間内の値を、水戸地方気象台の観測値から求め用いた。温量については、暖かさの指数(WI)とMB指数（竹谷ら，1975）を用いた。

各メッシュにおける気温・降水量の値は、県内12ヶ所・県外6ヶ所、計18ヶ所の気象観測所の観測値より、次のように推定した。

降水量の推定は、まず各観測所を結んで三角形を作り、この三角形の3つの頂点にあたる観測所の観測値をそれぞれ高さwで表し、このw<sub>1</sub>, w<sub>2</sub>, w<sub>3</sub>によって作られる平面と、当該メッシュ

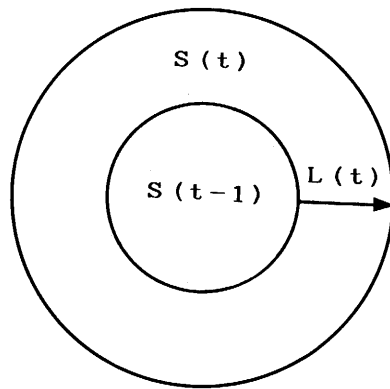


図-1 被害の拡大速度

- Fig. 1 Expansion-velocity of damage
- V(t) : t年度の被害の拡大速度  
expansion-velocity in "t" year
  - L(t) : t年度の被害の前進距離  
forward movement in "t" year
  - L(1) : 初年度の被害の前進距離  
forward movement in first year
  - S(t) : t年度までの総被害面積  
total damaged area till "t" year
  - S(1) : 初年度の総被害面積  
total damaged area in first year

の中心からの鉛直線との交点を求め、この交点の高さ $W$ をそのメッシュの推定値とした(図2)。

気温の推定値も降水量と同様の方法で求めた。但し、各メッシュの標高によって、減率 $0.6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ を適用し、補正した。なお、各メッシュの標高は、5万分の1植生図(茨城県林試, 1979)を用い、そのメッシュ内でマツ林の存在する平均的と思われる標高を選んだ。

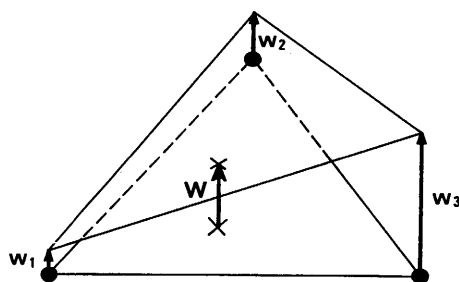


図-2 各メッシュの気温・降水量の求め方

Fig. 2 Method of calculating weather values of each mesh

●: 気象観測所 weather station  
 ×: 該当メッシュ relevant mesh  
 W: 気象値 weather value

表-1 マツ枯損の被害量と気象値(水戸)

Table 1 Pine damage and weather values (Mito)

年 year	枯損材積* 前年度比 damaged ratio to volume preceding year's (1,000 m <sup>3</sup> )		被害の拡大速度** expansion-velocity of damage				温 量***		平均気温*** mean temperature (°C)			降水量*** precipitation (mm)		
			被害程度 grade				暖かさの指数 warmth index	MB指数 MB index	6~9月	6~8	7~8	6~9月	6~8	7~8
			1	2	3	4			Jun.~Sep.	Jun.~Aug.	Jul.~Aug.	Jun.~Sep.	Jun.~Aug.	Jul.~Aug.
1973	4.6	1.64	1.00	—	—	—	102.6	30.2	22.3	22.7	25.1	404	248	125
1974	8.0	1.74	2.92	1.00	—	—	97.9	27.3	21.4	21.7	23.1	578	389	183
1975	25.6	3.20	4.31	1.65	1.00	—	103.8	31.3	22.6	22.6	24.3	564	400	263
1976	19.1	0.75	1.64	1.60	0.15	1.00	95.2	24.1	20.8	21.1	22.2	818	559	300
1977	26.5	1.39	2.73	5.12	3.57	0.83	105.5	29.4	21.9	21.8	23.2	891	621	462
1978	742.0	28.00	2.33	3.64	6.38	6.78	107.8	36.0	23.7	24.7	26.3	277	159	50
1979	712.5	0.96	0.70	0.78	1.05	1.48	116.5	36.8	23.2	23.7	24.3	458	284	208
1980	394.2	0.55	2.04	0.88	0.82	1.74	100.8	28.6	21.5	21.5	21.5	531	444	329
1981	323.6	0.82	0.96	1.14	0.34	0.48	94.5	24.8	21.2	21.8	24.1	385	271	172
1982	123.3	0.38	—	—	—	—	104.4	28.3	21.1	21.5	22.9	788	515	326

\* 茨城県林業課集計値

\*\* 岸(1980他)より計算

\*\*\* 日本気象総覧(1983)より計算

### III 結果および考察

#### 1) 枯損被害と気象値との相関

マツ枯損の被害量と気象値との相関係数を求めたところ(表2), 枯損材積・同前年度比と、夏季の平均気温(特に6~8月の平均気温)との間、および温量との間に正の相関が見出された。降水量との間には、負の係数が得られた。

被害の拡大速度と気象値とについてみると、被害程度3, 4と平均気温との間に正の係数が,

表-2 マツ枯損被害と気象値との相関

Table 2 Correlation between the damage and weather values

	温 量		平均気温 mean temperature (°C)			降 水 量 precipitation (mm)		
	暖かさの指数 warmth index	MB指数 MB index	6~9月	6~8	7~8	6~9月	6~8	7~8
			Jun.~Sep.	Jun.~Aug.	Jul.~Aug.	Jun.~Sep.	Jun.~Aug.	Jul.~Aug.
枯損材積 damaged volume	.58	.68	.64	.72	.40	-.62	-.61	-.44
同前年度比 ratio to preceding year's	.27	.55	.67	.76	.68	-.52	-.55	-.58
拡大速度 expansion-velocity								
grade 1	-.08	.01	.07	-.07	-.06	.30	.34	.28
2	.21	.20	.28	.22	.31	.33	.26	.30
3	.41	.57	.67	.68	.66	-.25	-.33	-.32
4	.35	.63	.75	.80	.70	-.58	-.62	-.68

被害程度4と降水量との間に負の係数が得られた。

これらの結果から、夏季気温の上昇によって材線虫病によるマツ枯損被害が増大し、さらに夏季降水量の減少によっても被害が増大することが推測される。しかし、被害地域の拡大（ひろがり）を示すと考えられる被害程度1の拡大速度と気象値との間に相関が認められなかったことから、夏季の気温・降水量は、被害地域の拡大に対してはあまり影響をもっていないものと考えられる。

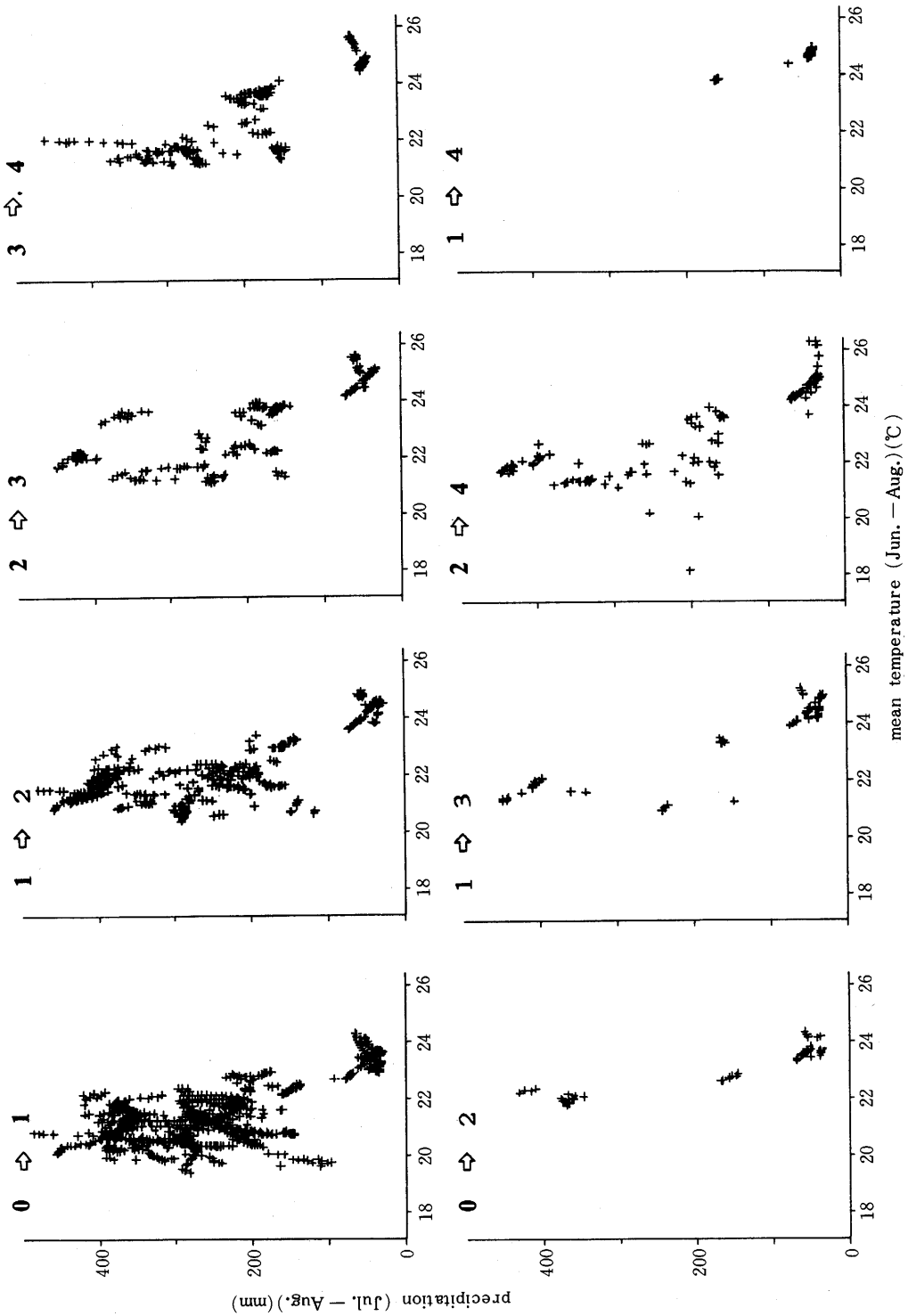
#### 2) 被害程度の上昇と夏季の気温・降水量

被害程度上昇のパターンには、被害程度が1段階ずつ上昇するものに0→1, 1→2, 2→3, 3→4の4パターン、同様に2段階ずつ上昇するもの3パターン、3段階上昇するもの2

表-3 被害程度上昇パターン

Table 3 Patterns of rise of damage grade

パターン pattern	メッシュ数 number of meshes									合計 total
	'73	'74	'75	'76	'77	'78	'79	'80	'81	
0→1	3	43	157	89	166	154	56	204	105	977
1→2		3	18	33	173	98	35	69	103	532
2→3			3	1	39	75	43	44	26	231
3→4				3	1	57	64	102	35	262
0→2					18	38	8			64
1→3					18	73	11	6	1	109
2→4					6	120	10	12		148
1→4						35	9			44



図一3 被害程度上昇メッシュにおける夏季の気温と降水量  
 Fig. 3 Summer temperature and precipitation of meshes where the grade of damage risen

パターン、4段階上昇するもの1パターン、合計10パターンが考えられる。しかし実際には、0→3、0→4の2パターンは認められなかった。表3に、年度ごとの各パターンを生じたメッシュ数を示した。

次に、被害程度上昇のパターン別に、上昇メッシュの、その年の夏季の気温と降水量の分布図を作成した(図3)。気温と降水量の値としては、マツ枯損の被害量との相関係数の絶対値が大きかった、6～8月の平均気温と7～8月の降水量の値を用いた。

被害程度が1段階ずつ上昇する4つのパターンについては、次のような特徴がみられた。0→1は、気温19～24°C、降水量25～500mmの広い範囲に分布しており、1→2では気温20～25°Cの範囲と0→1のものより1°Cほど高めに、2→3では気温21～25.5°Cとさらに少し高めの範囲に分布した。3→4では、気温は21～25.5°Cの範囲で2→3とかわらないが、降水量の少ない方へと分布の中心が移った。

被害程度が2段階以上上昇するパターンでは、0→2で気温22～24.5°Cの範囲となり、1→3(21～25.5°C)、2→4(18～26.5°C)よりも、気温の下限(22°C)が高めである。3段階上昇する1→4は、気温24°C以上、降水量200mm以下にのみ分布している。

同じ被害程度1から、1段階(1→2)、2段階(1→3)、あるいは3段階(1→4)をそれぞれ一度に上昇したパターンの分布図を比較してみると、上昇する段階数が増加するにつれ、気温の高い方へ、降水量の少ない方へと、分布が移っている。これらの分布図3枚を重ねて、

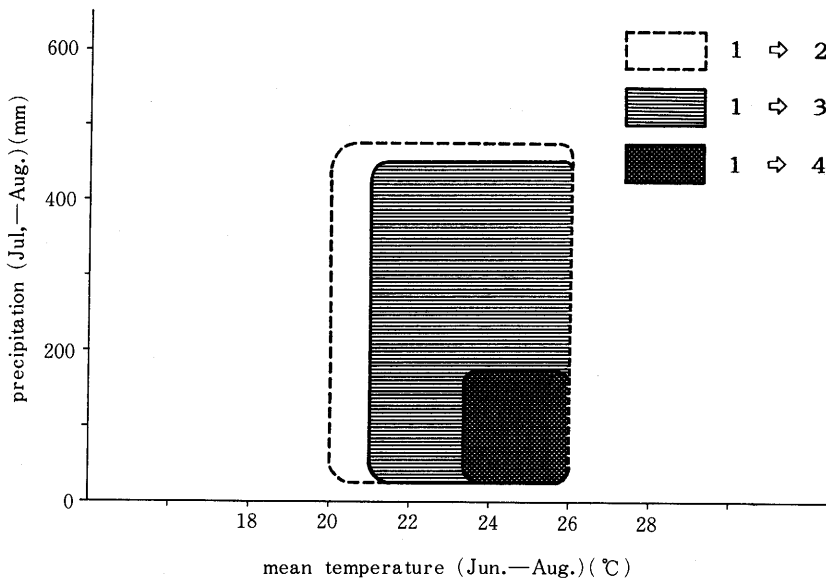


図-4 被害程度上昇と気象要因との関係を表わす模式図

Fig. 4 Typical diagram indicating the relation between rise of damage grade and weather values

模式的に図4に示した。

以上の結果より、被害程度が1段階ずつ上昇していくパターンは、夏季気温・降水量とも分布の範囲は広く、平年の夏季の気象条件下でも十分おこりうるものと考えられる。また、同じ被害程度から、一度に上昇する段階数が増加すると、気温が高く降水量の少ない方へと分布が移る。このことは、同じ被害程度からの激害化は、夏季に高温少雨という気象条件の存在が必要であることを示している。さらに、0→3、0→4という上昇パターンが存在せず、また、0→2が同じ2段階上昇の1→3、2→4に比べて分布の気温下限が高いことは、被害程度が0から程度1を飛び越えて2段階以上上昇することが非常におこりにくいことを示しており、岸(1980)の報告とも一致する。

## 要 旨

材線虫病による被害は、1970年以前には房総半島以西の温暖な地域に限られていた。しかし、1971年茨城県水戸市において被害が発生し、その後水戸市を中心に被害が拡大した。

茨城県におけるマツ枯損被害と気象との関係を、被害地域の拡大と被害程度の上昇という、2つの観点にもとづいて調べた。枯損被害と気象値との相関分析、被害程度上昇地域における夏季の気温・降水量の分布分析を行った結果、次のことが明らかにされた。

被害地域の拡大に対しては、夏季の気象条件(気温・降水量)は、あまり影響をもたない。

既に被害の発生している地域の被害程度の上昇には、夏季の気象条件が強く影響している。枯損被害量と夏季の気温との間には正の相関が、降水量との間には負の相関が認められた。

## 引 用 文 献

- 1) 茨城県林業試験場(1979):茨城県植生図(1:50,000)I~IV
- 2) 岸 洋一(1980):茨城県におけるマツノザイセンチュウによるマツ枯損と防除に関する研究.茨城県林試研報11, 83P.
- 3) 気象庁:観測所気象年報('73~'82,各年)
- 4) 鈴木和夫(1979):マツの材線虫病の発現機作.森林防疫29, 90~94
- 5) ———(1984):マツの水分生理状態と材線虫病の進展.林試研報325, 97~126
- 6) 竹下敬司・萩原幸弘・小河誠司(1975):西日本におけるマツの立枯れと環境.福岡林試報24, 1~46
- 7) 竹谷昭彦・奥田幸男・細田隆治(1975):マツの激害型枯損木の発生環境.日林誌57, 169~175
- 8) 東洋経済新聞社(1983):日本気象総覧

(1986年5月31日受理)

### Summary

Pine wilt disease spread only in the southwestern Japan before 1960's. It has been expanding to the northern part of Japan. On the incidence of the disease, relations between the damage and the weather conditions were investigated in Ibaraki prefecture. From two points of view, the expansion of the infected area and the severity of the damage, two analyses were carried out; relationship between annual amounts of the damage and weather values, and the influence of temperature and precipitation in the areas where the damage has severed.

From the result, weather conditions such as temperature and precipitation in summer had little relations with the expansion of the infected area. However, the severity of the damage had positive correlation with temperature, and negative correlation with precipitation.