サツマイモ黒斑病の消長と氣象條件との關係

後藤 和夫*・田上 義也**

K. GOTO and Y. TAGAMI: Relation of climatic factors on the outbreak of black rot of sweet potato in fields.

サツマイモ黒斑病の發生と氣象條件との關係については本病が土壤中に於て起り且つ土壤に伴つて種いもに傳染すると思へるので、禾穀類の穂や莖葉の病害で空氣中に曝露した部分に發病する場合に深い關係はあるまいと私は推察していたが、昭和 21 年と 22 年に農事試験場東海支場で同一條件で栽培し貯藏發病の調査を行つた時の大きな差異や土壤中の病菌の動きに關する試験から思い合せて矢張り何かありそうだと考えられた。その冬に和歌山縣立農事試験場小林技師が同縣下の黒斑病と氣象について昭和 21, 22 年の差異の話があり、又千葉農事改良實驗所の成績から 22 年度に於ては圃場で接種苗の病氣が治癒したと思われるものが非常に多いと云う事が判り、この様な治癒の事例は同所試験圃場で以前にも著しい年があつた事を想起してこの研究を思い立つた。

發病程度に關する調査材料は千葉農事改良實驗所(前農林省甘藷病害蟲指定試験)成績中の黒斑病の品種試験並に品種罹病度檢定試験の内、試験方法が確立した昭和 16 年以降の成績からその後 8 年を通じて栽植された農林一號、沖繩百號、立鹿兒島の 3 品種を採つた。尤も立鹿兒島は昭和 22 年から除かれたがこの部分ではこの研究上之と同等と認められる品種鹿兒島の成績を代用した。之等 3 品種のこの研究に關係した性質は第 1 表に示す如くで色々な點で互に著しく異つた性質を持つていたので標準として年々各數區宛、

第 1 表 供試品種の重なる特性

品種名	罹病莖についての罹病度指數	蟲孔指數	圃場の諸罹病率
農林一號	小	中	中—小
沖繩百號	中	大	大
立鹿兒島	大	小	小

* 農林省農事試験場東海支場

** 農林省千葉農事改良實驗所

分散編入せられていたものである。

罹病莖についての罹病度指數(今後單に莖罹病度指數と記す)は莖の病斑進行度を示す指數である。地下に植えこまれた接種苗の莖の長さの内、秋掘取の時の調査で罹病莖について黒斑病による腐蝕が 1/3 以下を輕、2/3 以上を重、その中間を中とし次の式を以て算出した。

$$\frac{(\text{輕の株數}) + 2 \times (\text{中の株數}) + 3 \times (\text{重の株數})}{3 \times (\text{發病株數})} \times 100$$

蟲孔指數は針金蟲(マルクビクシコメツキの幼蟲(櫻井, 1942))の食入程度を示す指數で、いも 1 個當り食入孔數 5 個以下を少、10 個を越えるものを多、その中間を中とし次の式を以て算出した。

$$\frac{(\text{少の個數}) + 2 \times (\text{中の個數}) + 3 \times (\text{多の個數})}{\text{調査個數}}$$

圃場のいも罹病率は針金蟲が多い畑へ接種苗を植えた場合の個數に於ける罹病率である。

氣象の材料は千葉縣農事試験場(千葉市)の觀測によつた。前記黒斑病の試験地は千葉市から約 3 里東方の千葉郡白井村にあつて同地にも氣象臺の觀測所があつたが缺測が多くて用いられなかつた。同村は千葉市に比べて気温は微かに低く降水も稍々少い等僅かに異なることもあるがこの報告の論議に根本的な影響をもつものとは思われない。この材料は千葉農事改良實驗所長小野田技官の好意によつて得られた。記して厚く感謝の意を表する。又黒斑病關係の材料中昭和 19 年迄は著者の 1 人後藤が作成したものであり、昭和 20 年に引き昭和 21 年以降は田上の試験に基くものである。尙成績取纏めに東海支場助手宮島君の手を煩わしたので感謝する。

試験成績

この研究に論議される諸材料數値は第 2 表の如くである。

第 2 表

年次(昭和)	16	17	18	19	20	21	22	23
蔓元の黒斑病治癒率	0	2.9	0.7	12.3	3.3	12.0	39.8	35.9
莖罹病度指數	55.3	70.6	63.7	45.3	60.3	74.7	69.7	50.7
蟲孔指數	1.83	1.84	2.27	1.65	0.86	0.98	1.88	2.19
圃場いも罹病率	8.7	24.5	50.7	7.8	5.7	2.7	9.0	17.3
最高旬平均気温(月, 旬)	28.8(6, 下)	29.7(8, 下)	29.6(8, 上)	30.2(8, 上)	28.9(8, 上)	29.9(8, 中)	31.1(8, 中)	29.5(7, 下)
3 月上旬の降水量	4.3	34.6	3.0	30.9	52.8	44.6	18.2	8.3

1. 高気温の連続と蔓元病斑の治癒率

病菌を苗の基端に接種して植えても秋調査すると治癒したかに見えるものが出来、品種によつて著しいこ

年間最高の旬平均気温
Maximum of mean temperature on the ten-day period

第 1 圖 年間最高の旬平均気温と治癒率, 点側の数字は昭和年號

Fig. 1. Relation between the maximum of mean temperature on the ten-day period and the healing of inoculated slips. Numerals beside dots denote the year counted by Showa, 16 corresponding to 1941. 30° 以上では急激に増加する (第 1 圖)。昭和 23 年はこの点特異の年の様である。又昭和 16 年は 6 月に最高があつて之亦異常年である。何れにせよこの曲線は 32~33 度あたりの Y 軸に對する漸近線的傾向をもつものと解せられる。

2. 降水量と針金蟲の食害と いもの圃場發病

針金蟲の食害を蟲孔指數を以て示すとき、サツマイモの品種の黒斑病圃場發病は針金蟲と深い関係があることは既に (後藤 1942) 指摘したが、年々の蟲孔指數の變化と薯の發病とをグラフに取つて見ると第 2 圖の

如くで品種差の場合と同型の曲線分布を示し該蟲と黒斑病との關係は一層確認せられる。

第 2 圖 圃場いも罹病率と蟲孔指數
Fig. 2. Relation between the percentage of diseased roots in the field and the index of worm pit number per root.

第 3 圖 3 月上旬の降水量と蟲孔指數
Fig. 3. Relation between precipitation during the first ten-day period of March and index of worm pit number per root.

す位までの間を上下しているので降雨の影響は簡単ではなからう。そこで該蟲が地表下 3 寸以内に集る 3 月

さて経験的に針金蟲は滯水する様な畑には少いか全くいない。多湿な器内で飼育すればいなくなる。多分死ぬのである。それ故に氣象條件の内降水量は何等か影響がありはせぬかと考えて甘藷の生育期間 (6~10 月等) の降水量と蟲孔指數との關係を吟味してみたが著しい關係は見出し難い。元來この蟲の土中分布は夏には地表から 1 尺 5

4月の月降水量と蟲孔指数との関係を調べて見たところの方は多少関係がある如くであつたが期待した程ではない。然し3月上旬の降水量は単純な直線分布をなして最も密接な関係を示した(第3圖)。點分布が直線形であるから相関係数を求めたところ -0.89 を示し高度の有意性が確められた。2月下旬~3月上旬間も可成高度の直線関係を示したけれども2月下旬だけでは相関は低い。

尙第3圖で直線から偏つた昭和16, 17年について吟味するに昭和16年は降水量の割に蟲孔指数が少いがこの年は2月下旬~3月上旬の降水量から見るに分布

第4圖 冬から春への気温の経過, Mは最近8カ年平均

Fig. 4. Air temperature at 10 o'clock from winter to early spring. M=mean for last 8 years.

傾向線の中心に近くなる。この年は異常の暖冬で(第4圖)2月下旬は既に 8° を超え平年の3月上旬を上廻つており、恐らく針金蟲の上向移動が早く起り2月下旬の雨が決定力の大きな部分をもつたものと考えられる。昭和17年は反対に降水量の割に蟲孔指数が大きい年がらである。気温變遷を辿ると第4圖の様に前年12月に引つゞいて1月は温度の下降が少く最低温度は平年よりも1旬遅れて2月中旬になり、2月下旬もまだ著しく低温で3月上旬に到つて急に上昇した。而してこの年の降水量は2月中~3月上旬迄は平年より多いが3月中旬下旬は平年より少い。それ故にこの年は3月上旬だけでなく3月上中下旬の降水量を以て蟲孔指数に對する傾向線をさるとその線によく近く位

置する。即ちこの年は3月中下旬の降水量が決定力の大きな部分をなしたものと考えられる。この様にして初めに述べた3月上旬の降水量とは上述の様な氣象條件を織り込んだ(年の最低を通過して後平均気温が 6° 邊りを超えた)3月上旬前後の降水量と解すべきであろう。

次に秋の蟲孔指数と3月上旬(又は2月下旬~3月上旬)の降水量とが直線関係を示すものなら、蟲孔指数と1つの曲線関係を示す圃場のいも罹病率(第2圖)はそれ等降水量と矢張り相似た曲線関係を示す筈である。そこで作圖して見ると第5圖が得られる。この圖

第5圖 3月上旬降水量と圃場いも罹病率

Fig. 5. Relation between the precipitation in the first ten-day period of March and the percentage of diseased roots in field.

は前述昭和16, 17年の異例はあるが大體に於て豫期された様に3月上旬の降水量が減少する(その結果蟲孔指数は増大する)につれて急速にいも罹病率が増大する傾向線に沿うているから第2圖と同一型とみなし得る。即ち初めの假定を充すものと見られる。この様に3月上旬頃の降水量は針金蟲食害による蟲孔指数に反比例的に影響することによつて圃場のいも罹病率にも同じく反比例的に影響するものである。

3. 莖の基端の病斑の進行と気温

莖の基端に接種して出來た病斑の進行状態は莖罹病度指数によつて示す。この指数は最小33.3から最大100の間に數値が分散される。種々検討の後サツマイモの生育期間6~10月の平均気温(10時観測)と或る正相関が示唆された。即ち點分布の偏差は大きいが平均気温が高ければ(25.5°)概して病氣の進行は速いのである。そして 24° , 25° と低下するに従つて概

して病気の進行は遅い。本病は 25° 邊りが發病の最適温であり、問題の莖地下部の位置は地下 1~2 寸の個所であつてサツマイモ立毛畑のかゝる場所の地温と普通の氣温との關係は季節を逐うて變わる事でもあらうけれども前述の成績は發病の適温から考えても背けない譯ではない。

次に生育期間内のどの時期の氣温に最も敏感であるかを吟味した處 (1) 9~10 月の平均氣温も或る正相關を示唆し、(2) 9 月上中旬の平均最高氣温も高い正相關を示し、(3) 思いがけない事には 8 月中下旬の平均氣温が最も狭く集り (第 6 圖) 直線分布を示し

第 6 圖 8 月中下旬平均氣温と莖元病斑の進行
Fig. 6. Relation between the mean temperature for 11~31, Aug. and the enlargement of rot at the underground part of stem.

て病勢進行と高い正相關 (係數 +0.92, 高度有意) を示した。

著者等はこの論文の最初に治癒率と氣温の問題に際して年々眞夏 8 月に示される年間旬平均最高氣温は病勢阻止を始める限界温度に近いものと了解していたのに、この成績によると昭和 22 年の様に顯著な治癒が起つた年柄をも含めてその關係が直線と見做し得る分布を示したのである。何故にこの時期の高温が莖の病勢進行に深い關係をもつか——この時期はサツマイモの莖葉が生育の極點に達し寄主植物の抵抗力を弱めるのか或は又莖葉の深い繁茂が微氣候的に見た環境温度を適温にするのか——確證を得られていない。

一方この圖の點分布をよく吟味すると S 字狀單頂の温度對罹病度曲線 (B) も考えられない事はない。B

曲線の下限值は寄主植物體から見れば 10 度近くであり、黒斑病菌の發育から見ればそれより少々低い筈で B 曲線の左端から同じ調子で延長すればそれ等の近くに到達し得られそうである (罹病度指數の最小値は 33%)。又上限値については實驗上農林 1 號のような品種では 31~32 度邊りと思われること、生物の温度反應は最適温を超える部分では中凸に急降下する (八木, 小泉 1929) こゝ及びこの曲線の頂が實驗上の 25~28 度 (HARTER 等 1926, LAURITZEN 1926, 鉄塚等 1938, 田杉 1938) より数度高い 30 度近くにあること等を考え合わせると、32~35 度の間に落ちるのではないかとと思われる。すると B の様な曲線としての見方も強ち理由がないとは云えない。若しそうとすれば昭和 22 年は高温に過ぎて既に發病を抑制する様な環境にあつたと解せられる。

以上第 6 圖の點分布を A 直線と解するか B 曲線と做すかは一應兎も角としてこの成績の範圍では莖の病勢進行上は 8 月以降の高温が有利であることは概ね認め得る處である。

4. 秋の氣温といも罹病率

罹病莖の病斑の進行が大きいと云う事は病菌孢子放出能力が大きいのではなからうか。又現在考えられる貯藏發病の機構から秋の病菌の密度がサツマイモの貯藏發病に關係があるのではなからうか。莖元の罹病部

第 7 圖 9~10 月平均氣温と圃場いも罹病率
Fig. 7. Relation between the mean temperature for September-October and the percentage of diseased roots in field.

は順次腐朽するから掘取時期にこの部分が大きい様な即ち夏秋高温の氣象條件が貯藏發病に關係をもつて來るのではなからうか。この様な疑問から莖元病斑長に深い關係をもつ 8 月以降の氣温といもの圃場發病との關係を求めた處 2, 3 の場合共通な特異な點分布を示した (第 7 圖)。即ち低温から 22~25° まではいも罹病率は變らずこの

温度に達すると急に偏りが大きくなる。

第7圖の9月、10月と云う時季は既にいもも出来て針金蟲が之を食害しているから之は何かこの蟲の行動に關係したものでないかとも考えられる。然しこの期間の温度が低く且つとも罹病率が低い昭和16年と20年とを蟲孔指數から調べると後者は小さかつたが前者は相當に高く従つて蟲の活動は可成高かつた譯である。従つて16年の發病が少ないのはこの期間の低温と關係して土中の病菌濃度が小さかつた事に起因するのではなからうか。

又一方針金蟲が比較的にかつた昭和23, 22, (19)年等は9月、10月の氣温は高かつたが圃場のいも罹病は少い。之等の年には第6圖から見ると8月中下旬の氣温が低く病斑の擴大が遅い(昭19, 23)か、或は過高温(昭22)其他(昭23)で治癒率が高くこの様な年も或いは病菌濃度が低下して發病を少からしめて居るのではなからうか。

論 議

最高の旬平均氣温と蔓元の病斑の治癒との關係は吉井(1945)のキューアリングに關連した現象と解せられる。この現象に直接關係するものは恐らく地温であつて莖葉が繁茂したサツマイモ畑の病斑部があるあたり(地下1~2寸)の地温と氣温との關係が判ると更によい結果が生れるのではなからうか。

黒斑病の發生は圃場でも貯藏でも病株率が増加すれば圃場貯藏共に發病が増加するものであるから、品種が著しく變らぬ限り、或る地方で特に暑い年には發病株率を低下せしめていもの發病を少からしめる1因子となり得る筈である。

高氣温と黒斑病の治癒との關係は一方に黒斑病の圃場發病に對する氣候的地理的限界を生ぜしめるのではないかと想像せしめる。尤もこの現象にはこの報告の材料中でも治癒率の高い農林1號の如きと低い沖繩百號の如きなどがあり單純には結論を引出し難い。然し病斑の擴大と氣温との關係で論議した様に之が第6圖B曲線と解せられて昭和22年度を高温による抑制環境とするならば、前述の治癒の1歩手前に連續する現象とも見られるから、現實に本病が我邦より南の高温の地帯では恐るべき病氣になり得ない因子の内に算えられない事もない*。

* 黒斑病がサツマイモの週年栽培可能な暖熱帯で重要病害になり得ない別の原因は之等地方では塊根貯藏をしないことが、一般には最も大きな要素であろうと推察される。

次に蟲孔指數と3月上旬の降水量との高い相關に關連して3月上旬はこの蟲の生態上如何なる時季に當るかを考察するに、別に行われた發掘調査成績等から見て恐らく冬季の地下深い生活を終り(或は上層の地温上向を感じて)地表近くに昇つて來て食物を攝り始めようとする時季と推察せられる。この際の多雨はトンネルを破壊せられ且つ空腹のこの蟲の行動に強い障害を與え恐らく蟲数を減少せしめるものと推定される。と云うのは若し蟲數に變化を與えないならこの時期の雨が4カ月以上も後に出来る蟲孔數と高い相關を示す筈がないからである。

結論及摘要

黒斑病の發生と氣象條件との關係について引つゞき施行せられた品種關係試験から取材して吟味すると、(1)病菌接種の蔓基端の病斑治癒率は年内最高の旬平均氣温(10時觀測)が30度あたりから急に高くなる。之は高温によるキューアリングと連關した現象と見られる。(2)針金蟲の跳梁と落の圃場發病とは年毎の偏異の間でも深い關係がある。(3)針金蟲の食害數(恐らく蟲數)はその年の3月上旬前後の降水量と逆相關の關係にあり、従つてこの蟲孔指數に密接な曲線關係を示す處のいもの圃場罹病率と前記降水量とは同型の曲線關係を示す。尙媒介昆蟲の外に病菌濃度の偏倚による發病の多少があるのではないかとこの示唆が得られた。(4)蔓元(基端)の病斑の進行は8月中下旬の平均氣温と高い正相關を示し、生育期間の平均氣温、9~10月の平均氣温、9月上中旬の平均最高氣温等も正相關的な關係を示した。この材料を吟味して昭和22年の夏の如きは既に抑制的環境ではないかと示唆する處があつた。(昭和24年12月25日受理)

引用文献

- (1) 後藤(1942), 日本甘藷馬鈴薯會社々報, 5巻
- (2) HARTER, L. L. et W. A. WHITNEY. (1926) Jour. Agr. Res. Vol. 32.
- (3) 鉢塚, 伊藤(1938), 病蟲雜, 25巻
- (4) LAURITZEN, J. I. (1926). Jour. Agr. Res. Vol. 33.
- (5) 櫻井(1942), 昆蟲, 16巻
- (6) 田杉(1938), 教育農藝と作業, 7巻
- (7) 八木, 小泉(1929) 函數生物學(裳華房 東京)
- (8) 吉井(1945) 九大農學藝雜 11巻

Summary

Evidences have been confirmed concerning climatic conditions in relation to the severeness of black rot of sweet potatoes in fields. The data were obtained from the variety experiment at Shirai-mura near Chiba from 1941 to 1948.

The basal portion of inoculated slips healed not infrequently after planting, though they used to be attacked there. The healing was distinguished in the year with the highest mean temperature being at about 30°C for 10-day-period. The temperature observations were taken at 10 o'clock. The higher in the temperature the more remarkable is this phenomenon (Fig. 1). This is referred to as the effect of a curing as such mentioned by YOSHII (1945).

The varietal difference of the infection of the roots has a tendency to be correlated with the injury by wire worm, *Melanotus caudex* LEWIS. Similar tendency is ascertained in regard to the yearly deviation on the same varieties (Fig. 2).

The number of the pits was in inverse proportion to the precipitation at the first 10-day period of March (Fig. 3). In this case the correlation coefficient reaches to -0.89 and is highly significant. At about this period, the wire worm in that field is surmised to move upward from deep to just beneath the surface of soil, and subject to the effect of precipitation. Deviation of the dots Nos. 16 and 17 in Fig. 3 is explained by the earlier upward movement resulted by warmer winter (Fig. 4) and larger precipitation of the preceding 10-day period in the year Showa 16 (1941), and by the delayed upward movement caused by colder spring (Fig. 4) and meagre pre-

cipitation of succeeding two 10-day periods in the year Showa 17 (1942). The number of the pits may be presumably in proportion to the number of the worm itself. The precipitation of the first 10-day period of March has a curvilinear relation to the percentage of the diseased roots (Fig. 5), similar to that between the latter and the index of the wire-worm pits.

The length of the lesion at the basal portion of the slips correlates with (1) the mean temperature for the last two 10-day periods of August (Fig. 6). Correlation coefficient reaches to 0.92 and is highly significant. (2) the mean temperature for the growing season of sweetpotato, (3) the mean temperature for September and October, and (4) the mean of maximum temperature for the first two 10-day periods of September also suggest tendencies of positive correlation to the enlargement of the lesion, though it is not significant. As a whole, the higher the temperature in August or thereafter, the larger is the development of the diseased part at the base of the stem.

This is apparently in contradiction to the result on the healing mentioned first. However, the curve B in the figure 6 suggests a rather suppressive effect of high temperature in 1948 (22 in the figure).

The distribution of the dots in figure 7 is suggestive of a certain influence of concentration of the pathogen on the outbreak of this disease in the field, since the meagre outbreak of the disease in 1941 (16 in the figure) cannot be explained otherwise, i.e. the lower temperature in summer and autumn might prevent the increase of the pathogen, in spite of the worm pits were rather numerous in this year.

【抄 録】

ジャガイモ葉捲病罹病薯の熱による治療

KASSANIS, B. (1949) Potato tubers freed from leaf-roll virus by heat. Nature, No. 4177; 881

バイラスに罹つたジャガイモの塊莖を熱により治療する試みは今迄成功していない。著者は Majestic, Arran Consul の兩品種を用い葉捲病並びに X バイラスに感染している塊莖を適当な濕氣を与えた 37.5°C の定温器中に入れ、一定期間後取り出して普通の状態に貯藏し發芽後温室内に鉢植えて發病を

調べた。この温度で 10~20 日間處理すると一部の塊莖は葉捲病から回復し、25 日以上處理して生き残つた塊莖は何れも葉捲症狀を示さなかつたのに對して無處理の塊莖はすべて典型的な葉捲症狀を生じた。又 X バイラスはこの様な處理によつて何等の影響も受けなかつた。(與良 清)