

イチゴ炭そ病の発病に及ぼすランナー生育特性の影響

奈尾 雅 浩

(愛媛県農業試験場)

The influence of growth habit of stolon to the occurrence of Strawberry Anthracnose.

By Masahiro NAO (Ehime Agricultural Experiment station, Hojo, Ehime 799-24)

Anthracnose of strawberry caused by *Glomerella cingulata* (= *Colletotrichum gloeosporioides*) occurred in summer nurseries. Recently, the disease has increased in Ehime prefecture, in which a susceptible cultivar "Nyoho" occupied more than 30% of strawberry commercial fields. Observations on the disease in nursery beds suggest that the stolon is one of the important parts of infection and colonization for the pathogen. In this paper, relationship between difference in growth habit of stolons and the disease development were investigated from their resistance to penetration of the pathogen and spread of lesions on various stolons by inoculation tests. The growth habit of stolon was measured by stolon length and diameter, flesh weight per lcm, percentage of dry matter and total nitrogen content.

1. Influence of the growth for resistance to penetration

The percentage of dry matter between lesion bearing stolons and intact ones of 3 cultivars *i. e.* "Nyoho", "Toyonoka", "Hoko-wase" or those in varied cultivation were recognized significant difference. High percentages of stolon dry matter correlated with intact stolon even if they were inoculated with the pathogen.

2. Influence of the growth habit of stolon for resistance to spread of the pathogen

The relationship between degree of disease development and total nitrogen content in stolon of "Nyoho" was recognized significant positive correlation and "Hoko-wase" showed a similar tendency. High total nitrogen content of stolon correlated with long lesion on inoculated or natural infected stolon. On the other hand, "Toyonoka" was no significant correlation between degree of disease development and growth habit including total nitrogen content.

はじめに

イチゴ炭そ病の国内における初発生は、1969年に徳島県で品種“芳玉”において確認された。同県では“芳玉”が栽培面積の90%を占めていたが他の品種での発病は認められなかったようである

(山本, 1971)。当時の愛媛県内のイチゴ品種は“宝交早生”が主流を占めており、本病に対する抵抗性が高いことよりわずかな発生しか記録されていない。ところが1985~1986年産より市場性を反映して罹病性の“女峰”が導入されて以降発病が年々増加し大きな問題となってきた。1993~

1994年産では栽培面積（83.2ha）の33.6%の30.4haで、作付けは一時期よりも減少したが、本品種での病害としての重要性は極めて高くなっている。

本病の病斑はランナーにおいて生じやすく（山本・福西，1970），また発病はランナーから始まる（岡山，1989）とされている。特に発病が多い無仮植栽培においては、主にランナーで発生しており、ここが重要な発病部位となっていることが十分推察される。ところが同一の圃場内でも各ランナーで一斉に発生するのではなく、また発病部に近接するランナーの全てに病斑が生じている訳ではない。これらは病原菌の加害を受けなかったことが理由として考えられるが、素因としてランナーに個体間差があり、そのため発病の難易があることも考えられる。そこでどのような特性を有するランナーが発病しやすいかについて検討したのでその結果を報告する。

材料及び方法

1. 病原菌の接種方法

宿主の個体ごとの生育状況と発病程度の関係について、生育条件の差異を反映させながら発病傾向を把握する必要があると考えられることから、病原菌を無傷条件で部分的に接種する方法としてランナーを対象として帯状のティッシュペーパー（キムワイブ）に孢子懸濁液を染み込ませて接種する手法を考案した（第1図）。すなわちランナーにおける生育状態と発病評価を行うためリチャーズ寒天培地（寒天濃度1.8%）で培養した菌叢から調整した孢子懸濁液を、滅菌した約5mm幅のキムワイブ（S-200）に染み込ませて接種した（第2図）。接種後は、市販の密封性半透明のポリプロピレン容器内で湿潤状態で管理し、明条件（28℃）は16時間、暗条件（26℃）を8時間としてインキュベートした。

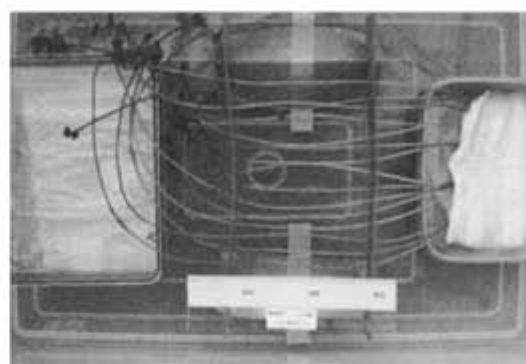
2. 供試した菌及び孢子懸濁液の調整

愛媛県西条市のハウス内の“女峰”の罹病クラウン内より1991年2月に分離した菌株（AN-30）を供試した。接種源に用いた孢子濃度は1992年は 3.1×10^5 、1993年は 1×10^6 個/mlとした。

3. 供試した品種と由来

1992年には無仮植栽培の“女峰”，“とよのか”“宝交早生”の3品種を供試した。この時変異に

富むランナーを得るために窒素施用量を変えて育成した。すなわち10a当たりの施用量は、窒素成分として4，20，16kgとし、苦土有機入り化成A

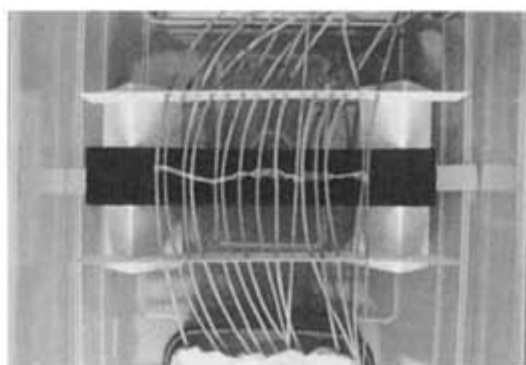


第1図 炭そ病菌のランナーにおける無傷接種方法

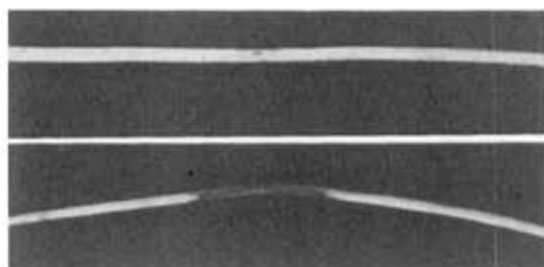
801号を施肥した。採集ランナー数は1品種当たり1区20本計60本とした。1993年には西条市の現地無仮植栽培圃場において炭そ病の発生の有無（発病圃場・未発病圃場）により5カ所ずつ各々15本の外観健全ランナーを採集した。いずれの試験においても先端部の子株が発根せず、新鮮重が1g以上でアントシアニン色素の沈着していないランナーを選択した。

4. 発病調査

2種類の抵抗性により検定した。すなわち侵入抵抗性と発病抵抗性（河村・小野，1948）に分けて、前者としては病原菌を接種したのにもかかわらず①病斑が形成されないもの（無病斑）、②病斑が痕跡で終わるもの（痕跡病斑）③病斑が伸長したもの（伸長病斑）に類別した（第3図）。後者の発病抵抗性が関与する病斑伸長量については



第2図 孢子懸濁液の処理状況



第3図 病原菌接種後のランナーの反応
上：痕跡病斑，下：伸長病斑

病原菌接種後3～4日目から2日間で伸長した病斑長で表した。

5. ランナーの生育特性

1992年はランナー長、ランナー1cm当たりの新鮮重、乾物率、全窒素量を求めた。1993年はランナー長、ランナー径、ランナー1cm当たりの新鮮重、乾物率を求めた。全窒素量についてはサリチル硫酸によるケルダール分解法によった。また病斑の形成時の植物体内成分の消費による乾物率の変動の有無について強酸液（濃硫酸，19.4N），強アルカリ液（水酸化ナトリウム飽和水溶液）の塗布処理による“模擬的な病斑”を作出し，無処理のランナーの乾物率と比較することで確認した。

結 果

1. 侵入抵抗性とランナー生育特性の関係

1992年のランナー生育特性では，乾物率が供試

した3品種ともに無病斑と伸長病斑の間に1%水準で有意差（以下同様に1%水準による検定）が認められ，無病斑の方が高い関係が認められた。また“とよのか”では乾物率については，無病斑が伸長病斑のものより有意に高いことに加え，ランナー長，ランナー1cm当たりの新鮮重においても同様に有意差が認められた（第1表）。1993年には発病圃場より採集したランナーで無病斑の個体が多く，これらと発病，未発病圃場それぞれの伸長病斑のランナーよりも乾物率が高い関係が認められた。また発病，未発病圃場のランナーを合計した全体で判定しても，無病斑と伸長病斑及び痕跡病斑と伸長病斑の間に乾物率について前者の方が高い関係が認められた。さらにランナー長においては発病，未発病圃場を合計した全体の中で無病斑が伸長病斑よりも長い傾向が認められた

（第2表）。強酸，強アルカリ液の塗布処理によりランナーに損傷を与え“模擬的な病斑”を作成したが，乾物率の変動は認められなかった（第3表）。

2. 発病抵抗性とランナー生育特性の関係

第4表に示す通り，病斑の伸長及びランナーと各生育特性の相関係数は“女峰”では0.524となり有意差が認められ，発病程度の高いランナーほど植物体内の全窒素量が多くなることを示していた。逆に“とよのか”では全く関係が認められなかったが，“宝交早生”の0.314は5%水準で同様な傾向であった。その他の生育特性については有意な関係は得られなかった。

第1表 異なる品種におけるランナーの生育特性と炭そ病に対する侵入抵抗性の関係（1992）

品種名	生 育 特 性								
	ランナー長 (cm)			単位当り新鮮重 (mg)			乾 物 率 (%)		
	接種後のランナーの反応 無病斑	痕跡病斑	伸長病斑	無病斑	痕跡病斑	伸長病斑	無病斑	痕跡病斑	伸長病斑
女 峰	43.1	45.7	41.3	36	38	41	15.0	14.7	12.4
							⊙←	⊙←	→⊙
とよのか	34.2	33.7	40.1	25	26	31	18.1	17.4	14.5
	⊙←		→⊙	⊙←	⊙←	→⊙	⊙←	⊙←	→⊙
宝交早生	40.3	43.4	41.6	40	52	50	19.5	15.4	14.1
							⊙←	→⊙	→⊙

注) ⊙← →⊙は相互の区間はそれぞれの平均値差に1%水準で有意差の認められることを示す。

第2表 現地採集ランナーの生育特性と炭そ病に対する侵入抵抗性の関係 (1993)

生育特性	発病圃場から採集したランナーの反応			未発病圃場から採集したランナーの反応			全 体		
	無病斑	痕跡病斑	伸長病斑	無病斑	痕跡病斑	伸長病斑	無病斑	痕跡病斑	伸長病斑
乾物率 (%)	15.5 ◎← ◎←	16.5	13.5 →◎	15.9	14.9	13.9	15.5 ◎←	15.6	13.8 →◎ →◎
ランナー長 (cm)	33.7 ◎← ◎← ◎←	32.7	27.5 →◎ ◎←	29.8	28.2 →◎ ◎←	27.7 →◎	33.3 ◎←	30.0	27.6 →◎
単位当新鮮重 (mg)	56.7	64.3	76.5	56.7	58.2	60.3	56.7	60.6	63.6
ランナー径 (mm)	2.2	2.2	2.4	2.0	2.0	2.2	2.2	2.1	2.2

注) ◎← →◎は相互の区間のそれぞれの平均値差に1%水準で有意差の認められることを示す。

第3表 変調させたランナーにおける乾物率の変動の有無 (1993)

処 理 液	乾 物 率 (%)								
	痕 跡			伸 長			無処理		
	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値
強 酸 液 (濃 硫 酸, 19.4N)	9.5	11.4	14.8	9.4	11.6	13.7	9.9	11.9	14.5
強 アルカリ液 (NaOH飽和水溶液)	10.8	12.0	15.2	9.6	11.9	15.0	10.5	12.1	15.6

注) 痕跡は処理液を“点”状に、伸長は同液を約5cm長で塗布した。
有意差は1%水準で検定した。

第4表 異なる品種におけるランナーの生育特性と炭そ病の病斑伸長の関係 (1992)

品 種 名	生 育 特 性				自 由 度
	ランナー長	単位当り新鮮重	乾 物 率	全 窒 素 量	
女 峰	-0.378	-0.052	-0.372	0.524**	38
とよのか	0.423	-0.022	-0.393	0.056	36
宝交早生	-0.217	-0.111	-0.130	0.314*	57

注) 数字は相関係数を示す。

**は1%水準, *は5%水準で有意差の認められることを示す。

考 察

一般に空気伝染性、斑点性病害を人工的に発病させる場合には、胞子懸濁液による噴霧接種が実

施される(高坂, 1962)が、この手法では多数の病斑が形成され、これらが融合すると量的な発病把握が困難になると考えられる。野口(1991)は

イチゴ炭そ病の抵抗性を判別する方法として葉柄を利用した簡易検定法を考案し、国内外の111品種の抵抗性を明らかにした。但し本法では葉柄の切断面に炭そ病菌を接種するため病原菌の侵入に対する抵抗性は検定できないとされている。また松尾(1990)によれば品種抵抗性を検定する場合において、供試する各品種の栄養状態等が違うことが品種間差異についての見解の違いをもたらす大きな要因ではないかと推察している。この指摘を考慮すると、同一品種内の発病検定においても生育状態には個体差があることを認識すべきである。今回の無傷接種方法では各ランナーごとの生育特性と同一条件下における量的な発病の関係を小面積で検定できるため回帰分析に必要な標本数を得ることが容易となった。またランナーにおける炭そ病の発病については、本病の発生を初めて報告したBrooks(1931)により幼若で水分の多いランナーほど老化個体に比べて病原菌の侵害を受けやすいことが実験的に明らかにされており、当初よりランナーの個体差による発病の違いが認められていたことになる。今回の試験では侵入抵抗性に関しては無病斑と伸長病斑のランナーでは無病斑のものがその乾物率が有意に高いことが判明し、発病の要因として乾物率が影響している事を確認することができた。この傾向は、品種の違いや現地圃場の異なる栽培環境下で育成されたランナーにおいても認めることができた。

ところで炭そ病に罹病したランナーは黒変し水分の移行が阻害され、先端部の子株が萎凋する等激しい損傷を受ける。このような変調によりランナー内の乾物成分が減少していないかを強酸液、強アルカリ液の塗布処理により“模擬的な病斑”を作り出し無処理のランナーとの比較で乾物率の変動を検定したところ、有意な違いは確認されなかった。獅山(1962)は細胞壁の構造や成分について総論的にまとめているが、強酸液、強アルカリ液によりセルロース、ヘミセルロース等細胞壁の大部分の成分が溶解するとしている。また北岸(1980)は高等植物ではセルロースなどの細胞壁成分が乾物の過半量を占めると述べていることから今回の処理により、乾物成分にかなりの損傷を与えたものと考えている。これらの溶液の処理の

違いによっても乾物率に差が認められなかったことから、当該ランナーの持つ固有の乾物率の差が発病に深い関係がある事が推察された。

1993年には炭そ病の発病、未発病圃場でそれぞれ採集したランナーに病原菌を接種したところ、発病圃場由来の個体に無病斑のランナーが多くみられた。これは初発段階で外観健全ランナーを選定したため、発病しやすい個体については淘汰されていた可能性がある。ところで河村・小野(1948)によればイネいもち病に対するイネの侵入抵抗性は主としてイネ表皮細胞のケイ酸化などの形態的因子により左右されるとしている。このことよりイチゴのランナーにおいても同様にそれらの因子が乾物率の高低に影響していることも考えられる。したがって乾物率の高いランナーでは植物表皮の機械的な強度となる物質の密度が高い可能性がある。

一方、発病抵抗性についてはランナー生育特性の中では“女峰”においては全窒素量との相関が高く、“宝交早生”でもその傾向を認めたが“とよのか”では相関が認められなかった。先の侵入抵抗性において指標となっていた乾物率については有意な相関が認められなかったことから、病原菌が組織内に侵入した後は乾物率の高低に影響する植物体の因子は発病に無関係となっていると考えられた。これは逆に乾物率は侵入時の表皮の強度に関係がある事を示唆しており、今後もさらに検討していきたい。

イチゴ炭そ病の発生と窒素との関係についてはHoward and Albrechts(1984), Smith(1989), 石川・田村ら(1989), 広田・貞野ら(1990)の報告があり、いずれも窒素の施用が多いほど発病が増加することを示している。実験的な窒素施用と発病との関係では広田・貞野ら(1991)が無施肥、リン酸・カリ施肥、窒素・リン酸・カリ施肥の3施肥条件下で育成した苗で検討した結果、窒素を処理した苗における発病が多かったと報告している。今回の試験では量的因子である病斑伸長度を回帰分析によりランナーでの発病と窒素量の関係として検定したことから、統計的な妥当性を示すことができた。結果的に品種の違いによる発病に及ぼすランナーの生育特性に差異が認められ、

今回供試した範囲では“とよのか”が異なる性質を有していた。現在本品種については、研究者によって抵抗性評価が別れているところであり、今回の試験結果にもその一因が窺えた。今回はランナーにおける発病状態を把握する手法を考案したが、炭そ病はクラウンを侵し全身症状を示すため、この部位を対象とした的確な検定法の確立もまた重要であり、松尾(1990)の考え方と一致するものである。

摘 要

イチゴ炭そ病の発病に及ぼすランナー生育特性の影響を侵入抵抗性と発病抵抗性に分け、孢子懸濁液による部分的な無傷接種方法を考案して検討した。

1. 無傷接種方法の考案

ランナーの個体ごとの生育特性と発病程度との関係を検定するため、病原菌を無傷条件で部分的に接種する方法として、帯状のティッシュペーパーに孢子懸濁液を染み込ませ、ランナーに乗せて接種する手法を考案した。ランナーの生育特性はランナー長、ランナー1cm当たりの新鮮重、ランナー径、乾物率及び全窒素量とした。

2. 侵入抵抗性とランナー生育特性の関係

乾物率については供試した3品種ともに無病斑と伸長病斑の間に有意差が認められ、無病斑の数値が高かった。栽培環境の異なる現地圃場より採集したランナーにおいても同様に無病斑と伸長病斑の個体の間に有意差を認めた。強酸、強アルカリ液の塗布処理によりランナーに損傷を与えたがこれによる乾物率の変動は認められず、乾物率が感受性に関係していることが推察された。

3. 発病抵抗性とランナー生育特性の関係

接種後に病斑が伸長したランナーの各生育特性との相関係数は、“女峰”では0.524となり1%水準の正の相関が認められたが、“とよのか”では有意差は認められなかった。また“宝交早生”では5%水準で有意差が認められた。その他の生育特性については有意な相関は得られなかった。

引用文献

BROOKS, A. N. (1931): Anthracnose of strawberry caused by *Colletotrichum fragariae*,

- N. SP. *Phytopathology*, 21: 739~744.
広田恵介・貞野光弘・阪口豊美・加々美好信
(1990): イチゴ炭そ病の発生に及ぼすいくつかの要因. 四国植防, 25: 91~95.
広田恵介・貞野光弘・加々美好信・酒井勇夫
(1991): イチゴ炭そ病の発生におよぼす窒素施用量の影響. 日植病報, 57: 422.
HOWARD, C. M. and ALBREGTS, E. E. (1984)
: Anthracnose Compendium of Strawberry Disease, APS press: 85~87.
石川成寿・田村恭志・中山喜一・大兼善三郎
(1989): イチゴ炭そ病に関する研究 第4報 イチゴ炭そ病の防除法. 栃木農試研報 36: 49~58.
河村栄吉・小野小三郎(1948): 稲熱病に対する外国稲の抵抗性に関する研究. 農事試験報, 4: 13~22.
北岸確三(1980): 植物体の組成. 植物栄養土壤肥料大事典(高井康雄ら編), 養賢堂: 8~18.
高坂禎爾(1962): 病原菌の分離と接種. 植物病理実験法(明日山秀文ら編), 日本植物防疫協会: 187~203.
松尾和敏(1990): 長崎県におけるイチゴ炭そ病菌の性状と同定. 九病虫研会報, 36: 41~45.
野口裕司(1991): イチゴ炭そ病の簡易検定法と品種間差異. 今月の農業, 35(6): 58~62.
岡山健夫(1989): 奈良県におけるイチゴ炭そ病の発生生態と薬剤防除について. 奈良農試研報, 20: 79~86.
獅山慈孝(1967): 寄主・病原菌の代謝と形態変化. 植物病学(赤井重恭ら共著), 朝倉書店: 47~82.
SMITH, Barbara J. (1989): Effect of Nitrogen source and level on the severity of strawberry anthracnose crown rot. *Phytopathology*, 79: 376.
山本 勉(1971): イチゴの新病害「炭そ病」. 植物防疫, 25(2): 61~64.
山本勉・福西務(1970): イチゴ炭そ病について. 日植病報, 36: 165~166.