

害されることは STANFORD 及び WOLF (1917), 中田 (1934), 中田及び木場 (1936), 西門, 大島及び石井 (1949) 等によつて報告され, 本菌の Bacteriophage の存在についても松本及び岡部 (1935), 河村 (1936, 1940) 等が報告している。これら拮抗微生物の本病防除上の利用価値は有望視されているが, 現在まだ実用の域には達していない。

6) 栽培管理 一圃場衛生上の注意— 本病防除対策として被害株の早期拔取り, 焼却処分等は必ずしも全面的に有効な手段とはいえないが, 発生輕微, あるいは局部的発生の場合には有効である。また, 被害株を堆肥に積み込んだときは充分腐熟させねばならぬ。本病原菌は主として作物の地下部の損傷部から侵入するから, 中耕, 除草, 培土等の作業を慎重に行い, 根部の損傷をきたさないよう注意すべきである。また, ナス科植物その他本病感受性の植物の除去に努めなければならない。なお, 本病発生圃では塊茎腐敗の進まないうちにすみやかに食用, 澱粉用等に供用するのが得策であろう。

上記の個々の防除法については今後さらに検討を要するが, 現段階においては土地改良, 長期輪作, 耐病性品種の栽培を主要対策として総合的に実施し, 農業経営の合理化を図ることが本病被害輕減上最も肝要である。本病激発地では既にこの目標のもとに各種施策を進め, 努力を払いつつあるため昔日のような惨害を被ることがまれになつてきたことは喜ばしい。

IV 馬鈴薯軟腐病

馬鈴薯軟腐病は例年普通に発生する病害であるが, 本病が単独に発生する場合と, ほかの病害, あるいは障害に二次的に複合して最終的に本病とみなされることになる場合とがある。後者の場合は第一次原因にもとづいて病名を付すべきであるが, 軟腐病菌の二次的侵襲のため被害が激化し, 腐敗枯死への転機をたどらせる点において軟腐病菌の輕視できない所以がある。

馬鈴薯軟腐病の症状は主に茎葉と塊茎とに現わ

れる。茎葉にあつては普通7月中旬以降気温が上昇した多湿時に多くみられ, 初め地面に接した葉, 損傷をうけた茎部から発病することが多い。葉では水浸状, 暗緑色乃至暗褐色の不鮮明な病斑を生じ, これがすみやかに全面に拡大してベトベトに腐らせる。葉柄も暗緑色乃至暗褐色に変じて軟化腐敗する。茎では水浸状の黄緑色乃至暗緑色の局部的な条斑を生じ, これが拡大して全面及び内部の髓部に及んで軟化腐敗すると, 局部が縦裂し, あるいは該部から挫折倒伏し, 上部茎葉が凋萎する。時には皮層部の軟腐は僅少で, 内部の髓部のみ水潤様に軟腐して中空となり, 茎葉にはあまり変状をきたさないこともある。北海道では茎葉部の軟腐が単独に集団的に発生することは比較的まれで, 7~8月に霖雨が続いて比較的高温のときあるいは降雨後高温多湿状態となつたときに往々この病変が認められるのみである。普通には圃場の随所に散発する程度で被害は著しくない。これは特に茎葉の徒長した圃場で, 茎葉が農耕作業, 薬剤撒布作業等によつて損傷をうけた圃場に多く認められる。勿論大雨によつて冠水, 滞水した圃場では, 冠水の時間, 深さ, 温度等によつて異なるが, 茎葉が二次的に全面に腐敗してくることがある。しかし, この現象は純粹に軟腐病の被害によるものとは認められず, 水害に随伴して惹起された特殊な障害と考えられる。

生育中茎葉部に軟腐病が発生した場合, 塊茎も常に本病に侵されるとは限らない。勿論, 冠水などによつて地上部の茎葉が軟腐したときは塊茎も侵されることが多いが, 散発的な地上部茎葉の軟腐の場合には塊茎が健全なことも多く, 逆に塊茎が軟腐病に侵されていても茎葉には異状をきたさないことが多い。塊茎に発病する普通の経過は, 最初外皮に褐色の不鮮明な斑点が現われ, 内部が軟化して糊状となり, あるいは膿状となつて, 外皮を破ると濃い汁液が漏出してくる。塊茎内部が全面的に腐敗して外皮のみが残り, 内部の乾燥に伴つて収縮することもあり, 時には内部の腐敗が局部にとどまり, 乾燥してその進行が停止し, 外皮の一部が収縮することも少なくない。軟腐部は当初白色乃至クリーム色を呈するが, 次第に灰黄色

を帯び、他の腐敗細菌が混生する場合には暗灰色褐色あるいは黒褐色を呈し、悪臭を放つ。乾燥するとその部分はぼろぼろの状態となる。軟腐病菌が直接塊茎の皮目、あるいは凍害、湿害、日焼け虫害、外傷等の傷痕部から侵入することもあるが馬鈴薯疫病、青枯病、輪腐病、乾腐病等の罹病部を二次的に侵襲して病状を悪化させることが多い。さらに収穫後貯蔵、または輸送中に本病による塊茎の腐敗が甚だしくなる例が少なくない。これは本病病葉が混入して貯蔵、あるいは輸送時に通気不良で多湿高温となつたとき腐敗が進行し、滲出した病汁液が隣接塊茎に附着して疾病を伝染せしめこれを軟腐させるためであるが、病原細菌は極めて普通に存在するから、たとえ病葉が混入していなくとも条件によつては腐敗が統出することになる。貯蔵あるいは輸送時に凍害を被ると、これと複合して腐敗が著しくなる。塊茎の腐敗が温度の高いときに迅速であることは幾多の実例からも明かであり、病原細菌の接種試験結果からもうなずける。

以上馬鈴薯の茎葉及び塊茎の軟腐病症状を記述したが、茎葉にあつては特殊の場合を除いて本病特有の症状が認められるが、塊茎の場合は他の疾病と複合する関係があるので、軟腐病菌による真の症状とこれに随伴乃至複合する他の腐敗細菌との混合症状との区別が不明であり、更に後述するように軟腐病原細菌の種名の異同について問題があるので、軟腐病という病名で取り扱うよりも塊茎腐敗病として総括した方が妥当と思われる。しかし、このことについては将来に問題を保留し、ここでは一応軟腐病として記述を進めることとする。

馬鈴薯軟腐病の病原細菌を *Erwinia aroideae* (TOWNSEND) HOLLAND とするものと、*Erwinia carotovora* (L. R. JONES) HOLLAND とするものがあり、また、中田 (1934) は *Erwinia* (*Bacillus*) *aroideae* の変種 *solanicola* としている。*E. carotovora* と *E. aroideae* の異同については最近後藤 (1956) が従来の報告を整理しているように、種々の見解が述べられて一致していない。この両者は炭水化物醗酵能、発育温度等に差異が

あり、また VOGES-PROSKAUER 反応、あるいは血清反応にそれぞれ差異を示すため、両者を別種として取り扱うことが多い。しかし、この両者に明確な差異を認め難いとし、あるいは両者には差異があつても、そのいずれに属せしめるべきかを決定し難い数多くの中間の系列が存在することにより、2種類として区別することなくこれらを1種として取り扱い、先守権の関係からすべてを *E. carotovora* の系統とみなすのが至当であるとの見解を述べているものがあり、*E. aroideae* は *E. carotovora* の non gas-forming strain と認める見解が最近では支持されるようになってい

る。著者は馬鈴薯茎葉及び塊茎の軟腐部から細菌を分離し、病原性及び細菌学的性状を調査しつつあるが、病原性を有するものには *E. aroideae* 及び *E. carotovora* と認められるもののほかに、この両者の中間型のものが含まれている。さらに、この両種とは全く性状の異なる菌株も1~2存在する。茎葉の軟腐部よりは *E. aroideae*、あるいはこれに近い中間型のものが多く分離されたが、塊茎の軟腐部からはこれらの分離されることが少なかった。*E. carotovora*、あるいはこれに近い中間型のものは塊茎、茎葉のいずれの軟腐部からも常に分離された。茎葉部に対する病原性は *E. aroideae* 系統のものが強く、*E. carotovora* 系統のものは弱い傾向を示し、塊茎に対する病原性ではむしろ *E. carotovora* 系統のものが強い傾向を示したが、この関係については今後なお多数の菌株(馬鈴薯菌以外のもの)を供試して充分検討する必要がある。馬鈴薯以外の白菜、甘藍、ルタバガ、玉葱等の軟化腐敗部からも随時細菌を分離してその病原性、細菌学的性状等を調査しているが、それらの病原と認められるものも馬鈴薯の場合と同様単独種とは認め難く、*E. aroideae*、*E. carotovora* 及びその中間型が存在するもののようである。筆者は玉葱の細菌性腐敗病について既に報告(舟山及び成田-1955)したとおり、病原細菌を *E. aroideae* の系統とは認めたが、これは *E. aroideae* 以外に *E. carotovora* に近い性状のものを含めたものであり、またルタバガ白腐病についても同様の成績

を得たが、柄内及び馬場（1955）も病原菌としては *E. aroideae*, *E. carotovora* 及びこの中間型のもの8系統を示している。これらの馬鈴薯、白菜玉葱、ルタバガ等から分離された *E. aroideae* 系統, *E. carotovora* 系統, 中間型等はそれぞれ相互にはほかの作物に病原性を有することが多いが, 中にはやや特異的なものも存するようであつた。

従来腐敗性細菌として報告されているものは, *E. aroideae*, *E. carotovora* のほかにも多数あり, これらの異同については前述のように明かでないものが少なくない。これらの問題を解決するには, 馬鈴薯からの菌のみを対象として研究しても到底不可能であるので, 今後広く各種の植物から腐敗性細菌を蒐集し, その病原性, 細菌学的性状等を比較検討した後本問題について論議することにした。従つてここでは現在までに得られた結果にもとづく知見の概要を示すにとどめ, 成績の記述を省略した。すなわち, 馬鈴薯軟腐病菌は *E. aroideae*, *E. carotovora* 及び両者の中間の性質を有する数系統の細菌であるとしておく。

V その他の細菌病

馬鈴薯輪腐病菌, 馬鈴薯青枯病菌及び馬鈴薯軟腐病菌の3種以外にも馬鈴薯各部位から分離される細菌の種類として十指に余る多数が報告されている（石山, 向 - 1941）。これらの細菌のうちには非病原性のものもあるが, 病原性の明白なものも少なくない。北海道におけるこれらの細菌の存否についてはまだ調査が完了していないが, おそらく存在すると思われるものに馬鈴薯黒脚病菌があり, また従来一般に存在すると報告されているものに馬鈴薯湿腐病菌がある。この2者について簡単に記述して今後の参考としたい。

馬鈴薯黒脚病は1947年夏長野県, 群馬県等でアメリカ産種薯を播種した圃場において多数発生したことがあるが（向, 金野及び土屋 - 1950）, その後本病の発生についてはほとんど報告されていない。北海道においては伊藤誠哉博士（1930）はその存在を示唆されたが, 正式に報告されたものはない。しかし, 著者は本病の症状に極めて類

似する病害の発生を1949年6月早来町, 1955年7月中標津町において認めた。これらの病状は, 茎葉がやや直立状を呈して下葉は黄化し, 上葉は上方に向かつて捲縮して, 次第に萎凋枯死する。茎の地際部以下の脚部が黒変軟化し, 親薯は維管束部を中心に黒色乃至暗色化して腐敗する。その状態はおおむね黒脚病に類似するものであつたが, 著者は当時この病原については全く調査しなかつたので, 黒脚病が北海道に分布しているものと断定することはできない。ことに馬鈴薯黒脚病自体については異説が多く, 馬鈴薯黒腫病と同一病害とみなすものがあるばかりでなく, 本病は馬鈴薯軟腐病として取り扱われるべきであると述べているものもある（BREED - 1948）。すなわち, 馬鈴薯黒脚病菌は1902年 APPEL が *Bacillus Phytophthorus* として発表したのが, おそらく同一病害と認められるものについて研究した VAN HALL（1902）は *Bacillus atrocephicus* を本病の病原細菌として報告した。その後 HARRISON（1906）は馬鈴薯黒腫病菌として *Bacillus solanisaprus* を報告しており, 類似の種々な病害とその病原菌とがそれぞれ別々に報告されてきたのである。BREED（1948）はこれら腐敗性細菌を整理し, 以上の3菌を同一種と認めて *Bacillus cepivorus* DELACROIX, *Bacillus dahlia* HORI et BOKURA, *Bacterium destructans* POTTER, その他とともにいずれも *Erwinia carotovora* (L. R. JONES) HOLLAND の同種異名としたのである。従つて馬鈴薯黒脚病は馬鈴薯軟腐病と同じ病害とみることができが研究者によつては別種とするものも多く, ことに最近では再び *Erwinia atrocephica* (VAN HALL) BERGEY という独立種として取り扱う見解が強くなつてゐる。このように馬鈴薯黒脚病がはたして特殊な疾病として認めらるべきものであるか否かについては, 病原細菌の同定の問題とともに確然としない状態にあり, 前述のとおり腐敗性細菌全般についての分類学的, 寄生学的研究を進めなければ論断し難いので, ここでは単に症状からみて馬鈴薯黒脚病に類似する病害存在の可能性を示唆するにとどめ, 今後の研究結果にまつこととしたい。

前章で述べたように、生育中及び収穫後の馬鈴薯塊茎の軟化腐敗は従来馬鈴薯湿腐病と称せられることが多く、現在でもこの病名を使用しているものが一部にある。しかし、一般に馬鈴薯湿腐病と称せられているものは症状からみて多くは馬鈴薯軟腐病に該当する。元来、馬鈴薯湿腐病という病名は伊藤誠哉博士(1930)がオーストリーに分布する wet rot of potatoes に当てられたもので、病原細菌は *Bacillus solaniperda* MIGULA である。その症状は外見はあまり顕著でないが、内部が軟腐して黄色糊状となり、初めは酸性の悪臭を放つが、後アルカリ反応を呈するという。病原細菌の原記載は不明確で *Bacillus* に属するか *Bacterium* に属するかも疑わしく、その後も本菌について詳細な研究はない。従つて *Bacillus solaniperda* MIGULA による wet rot そのものについて充分検討を加える必要があり、その他の塊茎腐敗性病害との関係も究明する必要があると思われる。しかし、既述したように北海道における馬鈴薯塊茎の腐敗には種々の状態のものが見られ、収穫期に一部の塊茎は外観上はほとんど異状がなく、内部が水潤様に腐敗して黄色乃至淡赤色を呈するものを見ることがある。この状態は必ずしも wet rot に一致するとはいえないが、湿性腐敗と称するに適當な症状であり、被害部からは細菌が検出される。しかし、著者はこれについて未だ本格的な調査を行なっていないので病名及び病原細菌を論ずることはできない。要するに馬鈴薯輪腐病及び馬鈴薯青枯病を除き馬鈴薯塊茎及び茎葉の細菌性腐敗についてはまだ調査不充分的段階にあつて、前述の馬鈴薯軟腐病、馬鈴薯黒脚病等を含めて今後総合的に詳細な調査研究を必要とするものと思われる。

Ⅶ 総括及び論議

以上北海道における馬鈴薯の主要細菌病について説述したが、ここに3種の細菌病、すなわち馬鈴薯輪腐病、馬鈴薯青枯病及び馬鈴薯軟腐病の特性を比較する。

1) 来 歴 北海道における発生由来につい

ては、馬鈴薯輪腐病がおそらく1939年に島松馬鈴薯試験地に移入されたドイツ産馬鈴薯品種の種薯に伴つて導入されたものと推定されるが、その他の2者については全く不明である。馬鈴薯軟腐病は病原細菌が多犯性で、しかも現在普遍的に分布しているから、その沿源を究明することは全く不可能であり、また馬鈴薯との特別な関連において考察することも無意味であると思われる。馬鈴薯青枯病は古くから上川北部地方に発生することが知られ、この地方が本病発生の根源地と考えられやすいが、調査の結果によると本病は上川北部地方のみでなく、上川中央部、空知北部、空知中央部、札幌市等の各地方にも分布していることが知られ、またトマト、ナス等の青枯病も上川中央部、空知北部、空知中央部、石狩、渡島等の各地方に分布することが知られ、これらの発生がそれぞれ上川北部地方を根源とするとは認められない。おそらく府県から北海道各地に農家が移住した当時馬鈴薯種薯等に伴つて本病が各地にもち込まれたのでないかと想像されるが、もはやその起源を追究することはできない。馬鈴薯輪腐病は前述のように海外から輸入された新病害である。北海道における本病の発生が正式に認められたのは1947年であり、一般に騒がれるほど発生が顕著になつたのは1947~48年である。1939年に本病が導入されたとすると、正式に発見されるまでに相当の年数が経過しているが、これは島松馬鈴薯試験地という特殊の機関に導入され、ここで育成された新品種が1946~47年以降一般に配布されたことによつて全面的に発生し、問題となつたのであり、新病害発生というときには既に相当広く分布し、起源も古くさかのぼるという事例の一つに数えられることとなる。本病の発見が遅れたためその後の馬鈴薯栽培を一時混乱におとし入れたことは遺憾であるが、しかしその発見が更に1箇年遅れたとすれば、丁度新品種の全道的分散、原々種農場の発足という時に当たつていたので本病の蔓延被害は更に激化して、收拾し難い混乱をきたし、今日の如き迅速な防除の実効をあげることは到底不可能であつたと思われる。1年でも早く対策をとり得たことは不幸中の幸いであつたというべきである

う。

2) 分 布 北海道における馬鈴薯輪腐病の分布は、種薯移動によつてひろまつたことが初期における本病の分散伝播の径路をたどつてみると如実にわかる。これに対して馬鈴薯青枯病の伝播は病薯及び病土の移動によつて起こるが、その恒常的な分布を決定する因子としては更に気象及び土壌の条件が加わるのである。北海道における本病発生の現況からみると、7月20°C以上、8月21°C以上の平均気温を示す地方が本病発生可能な地域と一応考察されるが、かかる地域内に病薯、病土等がもちこまれても、その地方の降雨量土壌の条件等によつては本病の発生をみるに至らないこともあると思われる。また、土壌病害の通性として病原の濃度が相当に高くならない限り疾病の著しい発生をみないのが常である。元来暖地性病害と認められる本病が北海道の南部よりも北部において甚だしいことは、寒地性病害とみられる馬鈴薯粉状腐爛病が気候的に温暖な府県においても発生し、北海道では北部よりも現在南部地方で激発している事例と正に対照的であるが、ともに病害分布を単に緯度的に判断することの妥当でないことを示している。すなわち、道南地方と上川北部地方とは馬鈴薯の連作乃至輪作期間が短いという点ではほぼ同様の栽培条件にあるが、上川北部地方では7~8月急激に温度が上昇してむしろ道南地方よりも高温を示しやすいことと、道南地方では馬鈴薯作付が早く、しかも早生種が多い関係上、7月末以降は既に収穫期に入っているのに対して上川北部地方では播種が1箇月近く遅くしかも中、晩生種が多い関係上8月が莖葉の最盛期に当たり熟期にはほど遠いこと等が青枯病菌の存在にかかわらず、道南地方では馬鈴薯青枯病の被害が回避され、上川北部地方ではその発生著しく、被害が多いという興味深い事態の差を生ずるのである。ことに上川北部地方は土壌的にも重粘過湿土が多く、本病の発生を助長するとともに、馬鈴薯作付過重という栽培条件が土壌中の本病原細菌の密度を濃厚にし、更に頻発する洪水に伴つて、本菌の分布が急激に拡大する結果として遂に本病特発地帯と目されるに至つたものと考えられ

る。

3) 環 境 条 件 馬鈴薯青枯病の発生及び被害は気象、土壌等の環境条件によつて著しく影響をうけ、高温多雨の年に発生が多く、低温な排水不良地での被害が甚だしい。上川北部地方の18箇年の気象統計によつて7月中旬以降8月中旬までの平均気温が20.5°C以上、降水量90mm以上の年に多発していることがわかつた。馬鈴薯軟腐病も水害、その他の特殊条件によつて著しく誘発される場合を除いても、概して高温多湿の条件のときに発生しやすい。これらに対して馬鈴薯輪腐病は高温乾燥のときに多少発生及び被害の抑制される傾向があるが、前2者のように環境条件に著しい影響をうけることはない。これらのことについて馬鈴薯の生育状態と発病との関係を一応区別して考えると、青枯病菌及び軟腐病菌は元来土壌菌でその繁殖消長が土壌及び気象の条件に著しく影響をうけるためであるということが出来る。この2者は30°C前後の高温において発育旺盛であり、乾燥に対する抵抗力が弱い。馬鈴薯輪腐病菌は普通土壌中で繁殖しないので土壌条件の直接影響をうけることが少なく、また発育適温が細菌としては低温の24°C前後であることが前2者と対照的である。

4) 種 次 伝 播 馬鈴薯輪腐病菌が土壌中で越冬することはないので、馬鈴薯輪腐病の伝染は特殊の場合以外すべて病薯の存在に基因し、切断刀、器物等に付着した病薯汁液が重要な役をしている。特殊の場合とは、圃場で生育中の病株の病原細菌が潜土性昆虫の媒介により、あるいは株間が狭小のとき土壌を通じ、また接触によつて隣接株に伝播される可能性のあることを指す。馬鈴薯青枯病及び馬鈴薯軟腐病の伝播、ことに前者の場合には病薯も一部の役を果たすが重要性はむしろ病土にあるといえる。これらの病原細菌はいずれも土壌中で越冬し、馬鈴薯のみならずほかのナス科植物、その他のものをも侵害するため、逐年土壌中の密度を増し、人為的及び自然的要因によつて他に移動し、発病地域拡大の因をなすものである。

5) 病徴の診断 馬鈴薯の輪腐病及び青枯病

は典型的な細菌性導管病である。従つて、病徴において類似の点が多いのも当然である。馬鈴薯の品種によつては茎葉部に現われる凋萎症状においては輪腐病と青枯病を全く区別し難い場合もあるが、輪腐病の場合にはおおむね下葉部から緩慢に凋萎し始めて上葉に及ぶのに対し、青枯病ではおおむね始めから全身的に凋萎し、ことに頂葉の頂小葉及び上葉の頂小葉の凋萎垂下から始まる点に差異が認められ、また小葉の変色捲縮の状態にも差異が認められるが、全般的にみて青枯病の凋萎症状は輪腐病よりもやや急性である。輪腐病の場合には病原細菌が茎脚部から相当上の方、すなわち各葉片の着生部位まで高密度に存在しないと外的な凋萎症状を発現し難い傾向があるが、青枯病の場合には病原細菌が葉片着生部位まで上昇しなくとも凋萎症状を起こす。これは茎内での輪腐病菌の繁殖が青枯病菌よりも旺盛でないことと、末期には導管のすべてを侵害するに至るが、当初は一部の導管が侵害を免れることに関係があるとみられる。すなわち、青枯病菌は木質部導管のすべてを侵しやすく、繁殖度が旺盛でしかも zoogloea を形成しやすいため、導管を閉塞する度合いが強いものとみられる（なお、菌の代謝産物の影響も関与するとも考えられるが、このことに関しては今後の検討が必要である）。

茎及び塊茎の内部組織病変において、輪腐病の場合には罹病維管束部の変色が認められないが、青枯病では該部の黒褐変することが認められるのが対照的である。これは病原細菌の生理性質の差異によるものとみられ、青枯病菌の有するチロナーゼの作用等により組織のメラニン集積が促進されるためと思われる。また、青枯病菌は維管束部のみでなく、逐次皮層部、髓部等の柔細胞を侵して空洞を生ぜしめやすいが、輪腐病菌はほとんど導管部のみに繁殖し、柔細胞を侵害することは比較的まれである。輪腐病菌は組織中に存在していても直接肉眼的な病変を起こさせないことが多いため、これを診断する技術が重要となる。診断法としての stem ooze method, tuber ooze method, 紫外線照射検査法, グラム染色検査法等はそれぞれ特徴を有しているが、圃場で迅速

簡便に診断するためには stem or tuber ooze method の優秀なことが認められた。しかし、現在最も確実な方法とみられるのは能率的ではないが維管束部汁液のグラム染色検査である。ほかの2病害については特殊な診断技術を必要としないが馬鈴薯青枯病についても stem or tuber ooze method に準じて切断面の肉眼診断を行うと確実に判定ができる。

6) 接種侵入 各病原細菌とも原則的には傷痕接種を行い、軟腐病菌は茎葉、塊茎等の皮目傷痕部等、あるいは他の疾病による患部から侵入し、青枯病菌も地下部の根、茎、ストロン等の傷痕部から侵入して株を凋萎せしめ、塊茎には直接侵入することはまれで、ストロンを通じて侵入することが多い。輪腐病菌も根部吸引接種試験結果からも判断できるように、根部の傷痕部から侵入することが可能であるが、圃場で生育中の株がこの方法で実際に発病することはまれとみられる。普通には病菌が種薯から逐次茎、根、ストロン、新塊茎等に移行する。種薯が初めから病菌を保有して病薯となつている場合は別として、病菌が単に種薯に接触しただけでは発病は起こらない。種薯に対する輪腐病菌接種試験の結果によると、病菌がまず維管束部（導管部）に接触して、良好な繁殖をしない限り発病するには至らないことが知られた。

7) 細菌学的性質 各病原細菌は所属する属が異なり、従つて細菌学的性状を異にする。軟腐病菌及び青枯病菌は自動性桿菌でともに鞭毛を有し、前者は周毛性、後者は極毛性であつて、いずれもグラム陰性菌である。輪腐病菌は不動性短桿菌で、グラム陽性菌である。馬鈴薯を侵す病原細菌でグラム陽性を示すのは輪腐病菌のみであるから、グラム染色検査が本病原菌鑑定上重要な鍵となるのである。勿論、二次的、あるいは不定性病原細菌と目されるものにグラム陽性菌が存在するが、形態的に区別できる。青枯病菌と輪腐病菌との電子顕微鏡による映像を比較してみると、後者はほとんど内容均質で微細構造を欠き球菌に近い性状を示すのに対し、前者は電子線を透過しない顆粒を有し、原形体の微細な構造がうかがわれ

る。各培養性質、生理性質等もそれぞれ異なるがここには説明を省略する。ただ、輪腐病菌はほかの2者に比して一般の培養基上における発育が不良で、ただ馬鈴薯煎汁を基本とした培養基では発育がやや良好であるが、同煎汁の調製法、馬鈴薯の新旧等によつて発育に差異を示し、本菌の発育に微妙な影響を及ぼす要素の存在が考えられ、本菌の分離培養が容易でない原因がここにも存するように思われる。

8) 病原細菌の分類 軟腐病菌及び青枯病菌は多犯性で、ナス科植物以外にも多数の植物を侵し、現実にはその被害が認められている。但し、北海道では現在のところ青枯病の被害の認められるのはナス科植物だけである。輪腐病菌はナス科植物中 *Solanum* 属、*Lycopersicum* 属及び *Capsicum* 属の植物を侵しうるが、土壌菌でないので特殊の場合以外には現実の被害は馬鈴薯のみに限られる。なお、北海道における上川北部地方に多い馬鈴薯青枯病菌はその寄生性、培養性質、特に炭水化物醗酵能からみて岡部氏の分類によるトマト系 (Strain 1) に属する。軟腐病菌を *Erwinia carotovora* とすべきか、*E. aroideae* とすべきかは問題であるが、これは腐敗性細菌全般にわたる今後の研究の成果にまつて決定すべきことであるから、現在は一応両種名とも採用することとする。すなわち、馬鈴薯軟腐病の病原細菌は *Erwinia aroideae* (TOWNSEND) HOLLAND, *E. carotovora* (L. R. JONES) HOLLAND 及び両者の中間の性質を有する数系統の細菌ということになる。

9) 抵抗性の品種間差異 馬鈴薯青枯病に対する馬鈴薯品種の抵抗性の強弱を1947年以降発病現場の圃場で調査しつつあるが、現在のところ「馬鈴薯農林1号」よりも強いと認められる品種はない。「紅丸」、「神谷薯1号」等在来の品種は本病に対して極めて弱い方に属する。しかし、「馬鈴薯農林1号」でも発病の多い年あるいは場所では5割以上の発病を示すことがあるので、今後更に本病抵抗性品種の選抜育成に努める必要がある。馬鈴薯輪腐病に対する馬鈴薯品種の抵抗性の強弱を2箇年にわたつて行なつた接種種薯播種

試験成績から判断すると、供試品種中、兄弟種の「神谷薯」及び「プロフェッサーポルトマン」の2品種は全く発病することなく、強抵抗性と認められたが、その他の品種は1~2を除いて大半は著しく罹病しやすく、ことに「紅丸」は最も顕著に罹病した。「馬鈴薯農林1号」は「紅丸」よりはかなり強い傾向を示した。「馬鈴薯農林1号」「紅丸」及び「神谷薯」の3品種の輪腐病及び青枯病に対する反応の差異をそれぞれ解析し、それぞれの病害に対する抵抗性の機作を究明することは病理学上重要な問題であるが、本報告ではこの点に全く触れ得なかつたので、今後の研究にまたねばならぬ。なお、馬鈴薯品種の軟腐病に対する抵抗性の強弱についても今後の調査検討を必要とする。

10) 防 除 馬鈴薯輪腐病は種薯伝染性の病害であるから、土壌病である馬鈴薯青枯病や、土壌病であり貯蔵病であり、また不時災害的病害である馬鈴薯軟腐病に比較するとその防除法は簡明で、健全無病種薯の使用ということに徹すればこの絶滅も不可能ではない。しかし、現実の状況をみると、農林省馬鈴薯原々種農場では数箇年にわたる努力によつて本病の駆逐に成功し、ここで生産された健全無病の原々種が全道の原種圃及び採種圃において系統的に増殖されているにかかわらず、原種圃あるいは採種圃の一部ではなお本病の発生をみている。このことは無病原々種の系統増殖過程における本病再感染という問題を意味するが、この禍因を除去するには原種圃及び採種圃の専門別経営を図るとともに、一般栽培用の種薯をすみやかに健全無病系統の種薯で更新する必要がある。関係機関ではこれが目的達成のため鋭意努力中であるので、本病に対する不断の警戒を怠らなければその被害は近き将来ほとんど問題とならなくなるものと期待できる。

馬鈴薯青枯病については、現在のところ、発生分布地域の拡大を防ぎ、長期輪作、地力の培養、抵抗性品種の栽培等間接的防除法に依存し、その被害の軽減を図る以外に実際的な防除方法はなく直接的防除手段については今後の検討を要する。

馬鈴薯軟腐病に対しては、圃場環境について充

分注意して発生及び被害の軽減につとめ、貯蔵時における乾燥を図つて腐敗の発現を可及的に防止するより方法がなく、直接的防除に関してはこれも将来の研究にまたねばならぬ。

Ⅶ 摘 要

本報告において北海道における馬鈴薯の病害中、馬鈴薯輪腐病、馬鈴薯青枯病、馬鈴薯軟腐病等の細菌性病害についてその性状の概略を述べ、防除対策を論じた。

(Ⅰ) 馬鈴薯輪腐病

1) 本病の北海道における発生は1947年7月に初めて確認されたが、発生の原因となつた病原細菌は数年前に渡来したことが各種の資料から判明した。すなわち、本病はおそらく1939年ドイツから島松馬鈴薯試験地に導入された品種の種薯に伴つて侵入し、逐次同試験地内で蔓延したものとみられる。しかし、同試験地内で1939年以降新たに育成された「馬鈴薯農林1号」、「馬鈴薯農林2号」、「島系30号」等の新品種が原種経営機関を経由して1946～47年から道内の町村に配布されたが、これらの新品種を栽培した町村に1947年既に一斉に本病の発生が認められるに至つたことも、本病の発生根源が島松馬鈴薯試験地に存することを立証するものである。その後新品種の配布に伴つて本病は各地に分布し、且つ在来品種にも逐次蔓延し、原種及び採種栽培及び一般栽培を通じて一応ほとんど全道的に分布するに至り、また同時に北海道産種薯の移出に伴つて全国各都府県にも発生するに至つた。

2) 本病による直接的な被害は圃場における塊茎の腐敗にもとづく収量減と、輸送及び貯蔵中における塊茎の腐敗による欠減が主なものであり、特に原種及び採種栽培にあつては、圃場検査不合格と収量減による経済的打撃が強く響く。

3) 本病病薯あるいは保菌種薯を播種すると、地上部茎葉が早い場合には6月上、中旬頃より緊張を失つて凋萎し、葉緑の褪色することがあるが普通には凋萎症状を示し始めるのは7月中、下旬

以降である。凋萎は下葉から始まり漸次上葉に及ぶが、凋萎は不鮮明な黄斑部と緑色部との斑入り状を呈し、葉緑が僅かに上方に内捲し、壊死して黒褐変することが多い。塊茎に現われる典型的な症状は維管束部のチーズ様変色崩壊、外皮の赤褐色凹陷乃至亀裂等であるが、これに二次的に他の腐敗細菌の侵害が加わつて全面的な腐敗症状を示すことが多い。地上部茎葉及び塊茎における症状の発現経過は馬鈴薯の品種、環境条件等によつて差異がある。茎葉に病徴が認められないで塊茎の発病していることがあり、また収穫時に塊茎にほとんど症状が認められないのに貯蔵中に症状を現わしてくることもある。

4) 圃場において本病を簡便迅速に診断する方法としては stem ooze method の優れていることが認められた。すなわち、凋萎茎、または疑問茎の地際部を横切断し、茎を強く握りしめたとき普通変色していない切断面の維管束部から乳白液が溢出すれば、本病被害茎と断定して誤りが無い。しかし、維管束部から乳白液を溢出しない場合にも本病病原細菌の存在することがあるから、正確を期するためには維管束部汁液のグラム染色検査を必要とする。

5) 塊茎の本病罹病の有無を診断する方法として、肉眼的検査法、紫外線照射検査法及びグラム染色法の3者の優劣を比較した。塊茎基部切断面の肉眼的検査も精密に行うと8～9割以上、時にはほとんど完全に病薯を診断することが可能であるが、実際の作業としては病薯を看過する危険性が多い。紫外線照射検査法は肉眼的検査で看過された病薯の7～8割以上、時にはほとんど完全にこれらを摘発除去しうる。しかし、紫外線照射に対する病薯及び健全薯の反応が常に明瞭な区分を示すとはいえず、時には肉眼的に病薯と認められるものが却つて紫外線に対して特別な反応を示さないことがあるから、本方法は的確な診断法とは認められない。ただ大量の種薯、特に多量の病薯を混入する種薯の検査に用いて多数の病薯を可及的迅速に除去する方法としては実用的価値がある。これに対して塊茎維管束部組織汁液のグラム染色法は本病の診断法として最も確実なものと思

められた。勿論、本方法も試料の採取に誤りがあり、染色技術が未熟である等の場合には誤差を生ずるおそれがあり、また1個の処理に要する時間が長いから大量の種薯を処理することは困難である。

6) 本病発生圃で収穫時肉眼的検診によつて健全と認められた塊茎のうち、グラム染色検査で病薯と判定されるものを生ずる率はおおむね10%以内5~6%程度である。しかし、株単位にみると収穫時肉眼的検診で健全と認められた株の塊茎にはグラム染色検査によつても病原細菌の発見されることはまれである。従つて、収穫時の塊茎切断面の肉眼検診によつて該圃場の本病発生株率をおおむね正確に判定できるといつてよい。

7) 本病病株中地上部に症状を示さないものの発現する割合は、品種により、環境により、あるいは調査時期によつて異なるが、おおむね34%(0~89%)であつた。

8) 北海道における輪腐病の病原細菌は従来報告された *Corynebacterium sepedonicum* (SPIECKERMANN et KOTTHOFF) SKAPTASON et BURKHOLDER の性質とおおむね一致した。本圃の電子顕微鏡による映像では、培養菌において往々両極に近く電子線の透過困難な部分のあることもあるが、一般に内容はほとんど均質で微細構造を欠いている。また培養菌は自然菌に比して病原性が低下しやすく、時日の経過とともに病原性を著しく低下することが多い。

9) 本病原細菌は馬鈴薯のほかトマトを凋萎させるが、ナス及びトウガラシでは侵害はおこるが凋萎症状は顕著でない。

10) 本病原細菌を馬鈴薯、トマト等の茎部に有傷接種をするか、あるいは苗の根部に吸引接種を行うと発病するが、接種感染には菌が寄主組織の維管束部に直接接触することが必要と認められた。また、本菌を馬鈴薯塊茎に接種する場合、芽と芽の間の外皮、あるいは薯の切断面に現われた髄部に塗布したのみでは感染せず、外皮に有傷接種を行い、あるいは芽部に塗布接種を行なつてもまれに感染がおこるのみで、芽部の有傷接種及び薯の切断面維管束部接種を行なつた場合は常に感

染率が高かつた。このことは菌が塊茎維管束部に附着して繁殖することが薯を発病させるためには必要であると認められる。

11) 播種時に馬鈴薯の切断面から侵入した本病原細菌は、約1箇月前後で発芽した茎の脚部に達し、逐次茎及びストロンの維管束部、特に導管部を侵害する。病原細菌を含む病薯、または芽部附近に菌を有傷接種した薯を播種すると、菌はすみやかに茎の内部に移行し、早期に凋萎症状を発現する。茎葉の凋萎症状は菌の分布と密接な関係を有し、茎脚部数cm以上にわたつて菌の密度が濃厚となり、維管束部組織汁液の乳白化するに伴い上部茎葉が漸次凋萎する傾向を示すとともに、生育末期には凋萎及び葉柄の維管束部にも菌が分布するに至る。

12) 本病は病薯を切断した刀で健全薯に伝染することが多く、1個の病薯を切断した刀で健全薯20個を連続2つ切りとしたとき、20番目に切断したのものにも感染発病した例が認められた。

13) 広い生活領域を必要とする馬鈴薯品種を狭少な株間で密植すると、病株に接する隣接株の発病する例がまれに認められたが、本病は普通には土壤伝染はしない。

14) 本病病薯を食害した針金虫の1種マルクビクシコメツキの幼虫が健全薯を食害することにより、まれに本病の伝染する例が実験的に確かめられ、潜土性害虫による本病伝染の可能性が推定された。

15) 馬鈴薯63品種について本病発生の関係を調査したが、「神谷薯」及び「プロフェッサーボルトマン」の2品種が2年とも全く発病せず、「島系232号」、「日の丸2号」等の発病も著しく少なかったが、他の品種はいずれも盛んに発病し、特に「紅丸」、「アーリーローズ」、「馬鈴薯農林2号」、「日の丸1号」等が罹病しやすかつた。

16) 本病防除法としては健全無病の種薯を生産してこれを系統増殖し、栽培中本病に汚染されないように努めることに尽きるが、このためには各種の防除手段が適切に行われなければならない。切断刀消毒は本病伝染防止上最も重要な事項であるが、昇汞500倍液に5秒以上浸漬して消毒するこ

とが現在最も確実な方法と認められた。

17) 本病が発見されて以来、農林省、北海道当局その他関係機関では鋭意本病防除対策の実施に努め、その効果が逐次認められるに至つた。すなわち、島松馬鈴薯試験地、農林省馬鈴薯原々種農場等では供用種薯のグラム染色検査、切断刀消毒等万全の対策を継続実施した結果、本病の駆逐に成功している。北海道内の原種栽培及び採種栽培も農林省原々種農場よりの原々種配布に伴い、逐次系統増殖体系を整備し、また植物防疫法による園管検査が実施された結果、原種圃においては1950～51年を頂点とし、採種圃においても1951～52年を頂点として爾後本病の発生は著減しつつある。しかし、他方一般栽培圃では本病の発生が逐年増大の傾向を示している。

18) 原種圃及び採種圃において本病の発生が著減したとはいえ、現在なお一部、特に採種圃にその発生が認められるのは、系統増殖体系がまだ完備していないことに一部の原因が存するとともに系統増殖栽培過程中に無病系統のものが新たに本病に汚染されることに大きな原因がある。

19) 系統増殖過程にある無病系統栽培の原種圃及び採種圃に本病の発生をみることは、同一農家で同時に一般馬鈴薯を栽培し、あるいは各種形態の原種圃あるいは採種圃を経営していることに禍根があるものと認められた。すなわち、このため無病系統種薯の播種時などに異なつた品種、または系統の病薯が混入することが多く、あるいはこの病薯の存在と切断刀消毒の不備、種薯切断及び植付順序の不当、紫外線照射及び種薯消毒後の衛生措置の不備等にもとづいて健全無病薯が新たに感染して発病することがあるものと認められる。

20) 以上本病の発生現況からみて、本病の防除上今後特に注意すべき事項を検討した。

(Ⅱ) 馬鈴薯青枯病

1) 馬鈴薯青枯病は1933年以前すでに上川北部地方に分布していたが、従来 *Fusarium* 性病害と誤認されて馬鈴薯凋萎病と称せられていた。これが1951年に初めて著者により青枯病であることが確認された。

2) 現在馬鈴薯青枯病の激発する地域は美深町を中心とする上川北部の地方及び幌加内村を中心とする空知北部の地方であるが、上川中央部、空知中央部、札幌市等の地方にも散発することが認められた。トマト、ナス等にも青枯病の発生することが確かめられたが、その被害は馬鈴薯の場合と異なり、上川中央部、空知北部、札幌市、渡島南部等の各地方でみられた。

3) 馬鈴薯青枯病の典型的な症状は、莖葉が褪緑して凋萎し、次第に乾燥して莖、ストロン、塊莖等の内部維管束は褐変して汚白色の粘液を溢出し、塊莖表面が暗褐色に軟化凹陥して芽部から粘液を漏出し、塊莖が粘状に腐敗することにある。しかし、本病に馬鈴薯軟腐病が混合発生したり、*Fusarium* 菌等が被害部に着生して症状を混乱させる。ことに *Fusarium* 菌が被害莖の地際部、根部、塊莖表面に多く認められるため、本病をかつて *Fusarium* 性病害と誤認したものと思われる。なお、馬鈴薯の莖葉が黄萎状に凋れ、凋葉の葉縁が捲縮し、莖の維管束部の褐変する一種の凋萎性病害の発生することが認められているが、これは塊莖がほとんど腐敗しないもので、症状において *Fusarium wilt* に類似するものと思われる。この病害は後志、石狩、空知、上川等の各地に散発する。

4) 本病病原細菌の形態、培養性質、生理性質等を調査した結果、従来報告されている *Pseudomonas solanacearum* E. F. SMITH とおおむね一致することが認められた。北海道産本菌の性状として特記すべき点は次のとおりである。

i) 本菌の電子顕微鏡による映像を見ると、明瞭な膜状構造は認められないが、菌体の両極に近く2個の電子線を透過しない顆粒と菌体内に数個の小球形顆粒が認められた。

ii) 本菌は培養基上に褐色乃至黒褐色色素を産生する能力が微弱であつた。

iii) 本菌はアルカリ生成菌として知られているが、アンモニウム塩を窒素源とする培養基では添加した炭水化物の種類によつては酸を生成することがあり、硝酸塩を窒素源とする培養基では同じくガスを生成しまれに酸を生ずる。NH₄NO₃

を窒素源とする培養基ではガス及び酸を生成する。

iv) NH_4NO_3 を窒素源として 0.1 % 加え、炭水化物の量を 0.5 % とした培養基をもつて本菌の炭水化物分解能を検すると、葡萄糖、果糖、ガラクトース、マンニツト、グリセリンより酸及びガスを生成し、マンノースより酸を生成するがガスを生成せず、アラビノース、キシロース、ラムノース、乳糖、麦芽糖、デキストリン、可溶性澱粉からは酸及びガスを生成しないことが認められた。

v) 本菌のブイヨン水、ブイヨン寒天培養基上の生存期間は 40~50 日内外で、従来報告されている青枯病菌の生存期間より長い。

5) 本病病原細菌は馬鈴薯、トマト、ナスのほかルスチカクバコ、イヌホオツキ、トウガラシ、アスター及びコスモス等を侵して青枯症状を呈せしめたが、タバコ（ホワイト・バーレー）には病原性が極めて微弱であつた。

6) 北海道の馬鈴薯青枯病菌は培養性質及び寄生性からみて、岡部氏の分類によるトマト系 (Strain 1) におおむね一致する。

7) 本病は種薯伝染及び土壌伝染をするが、特に後者が大きな役をしている例が多く認められた。

8) 1947年以降多数の馬鈴薯品種について本病発生の関係を調査したが、供試品種の大半は罹病性を示し、本病激発地に多く栽培されている「神谷薯」、「紅丸」等は特に罹病しやすいこと、「馬鈴薯農林1号」は例年発病率低く、耐病性を有するものと認められた。

9) 本病主要発生地である美深町における本病発生経過と気象との関係を検討した結果、平均気温 20°C 以上になる7月中、下旬より発生し始め気温の最も上昇する時期に発生最も盛んとなるが特に大雨後高温となつたときに猖獗することが認められた。また1933年以降18箇年における本病の年次別発生程度と気象との関係をみると、7月の平均気温が 19.5°C 以上で降水量 80mm 以上の年に発生が多く、また7月中旬以降8月中旬まで

の平均気温 20.5°C 以上で降水量 90mm 以上のときに発生が多い。要するに盛夏高温多雨の年に多発猖獗することが認められた。しかしこの地方の平年の気象条件は本病の発生を許容する最低限界線にあるとみられるが、道内としては夏期むしろ高温になりやすい地帯である。

10) 本病は北海道において特に北部地方に激発するという特異な発生相を示しているがこの理由を検討した。同地帯が気象的には必ずしも本病の発生に好適な条件下にあるとはいえないが、発生を許容する限界内にはある。一方土壌的には重粘過湿地であつて発病を助長する面をもち、また他方特殊な農業経営の必要上馬鈴薯の連作乃至短期輪作を継続してきたことが、本病菌の導入後その棲息密度の濃化を招来し、更に頻発した水害によつて病原細菌の分散を促し急激に本病の分布を拡大したと考察される。

11) 本病の防除法については今後有効適切な方法を考究する必要があるが、現段階においては排水施設の完備、土地改良の徹底、有機質肥料の十分な施与等に努めて、地力の涵養を図り、「馬鈴薯農林1号」のような耐病性品種を長期輪作によつて栽培するというような総合的な対策により被害の軽減を図ることに重点をおくべきであると思ふ。

(II) 馬鈴薯軟腐病

本病については概略の性状を記述したが、本病病原細菌の学名に関しては馬鈴薯以外の作物にも発生する腐敗病病原細菌とも関連して、腐敗細菌全般について総合的に検討を要するものと認め、現在では *Erwinia carotovora* (L. R. JONES) HOLLAND, *E. arouleanae* (TOWNSEND) HOLLAND 及び両者の中間の性質を有する数系統の細菌を病原細菌と認めた。

(IV) その他

以上のほか北海道にも発生しているとみられる馬鈴薯黒脚病について略述し、馬鈴薯の湿腐病についての見解を述べた。

文 献

- APPEL, O. : Neuere Untersuchungen über Kartoffel und Tomatenerkrankungen. Jahresbericht der Vereinigung für Angew. Bot.; 3; 132-135, 1906.
- BARIBEAU, B. : Bacterial wilt of potatoes. Canadian Plant Disease Survey, Repr.; 11; 49, 1931.
- BARIBEAU, B. : Geographical distribution of bacterial blight of potatoes in Quebec. Ann. Repr. Quebec Soc., Prot. Plant; 27; 80-83, 1935 (in Rev. appl. Mycol.; 16; 201, 1937).
- BARIBEAU, B. : Bacterial ring rot of potatoes. Amer. Potato Jour.; 25; 71-82, 1948.
- BELOVA, MME O. D. : (Ring rot of potato and its control.). C. R. Pan. Sov. V. I. Lenin. Acad. Agr. Sci., Moscow; 19; 21-26, 1940 (in Rev. appl. Mycol.; 20; 418, 1941).
- BONDE, R. : A bacterial wilt and soft rot of the potato in Maine. Phytopath.; 27; 106-108, 1937.
- BONDE, R. : Bacterial wilt and soft rot of the potato in Maine. Bull. Me. Agr. Exp. Sta.; 396; 675-694, 1939.
- BREED, R. S., MURRAY, E. G. D. & HITCHENS, A. P. : BERGEY'S manual of determinative bacteriology. 6th. Ed., The Williams & Wilkins, Comp.; 1948.
- BROWN, T. G. & BOYLE, A. M. : Effect of penicillin and plant pathogen. Phytopath.; 34; 760-769, 1944.
- BURKHOLDER, W. H. : Occurrence in the United States of the tuber ring rot and wilt of the potato, *Phytomonas sepedonica* (SPIECKERMANN et KOTTHOFF) BERGEY et al. Amer. potato Jour.; 15; 293-295, 1938.
- BURKHOLDER, W. H. : Diagnosis of the bacterial ring rot of the potato. Amer. Potato Jour.; 19; 208-212, 1942.
- DYKSTRA, T. P. : Results of experiments in control of bacterial ring rot of potato in 1940. Amer. Potato Jour.; 18; 27-55, 1941.
- DYKSTRA, T. P. : Potato diseases and their control. U. S. Dept. Agr. Farmers' Bull.; 188; 1-65, 1945.
- EDDINS, A. H. : Brown rot of Irish potatoes and its control. Fla. Agr. Exp. Sta. Bull.; 299; 1-44, 1936.
- GALLEGLY, E. M. & WALKER, J. C. : Relation of environmental factors to bacterial wilt of tomato. Phytopath.; 39; 11, 1949.
- GARNER, W. W., WOLF, F. A. & MOSS, E. G. : The control of tobacco wilt in the fluecured district. U. S. Dept. Agr. Bull.; 562, 1917.
- 後藤正夫 : 最近における植物病原細菌の分類について, 1. 周毛性植物病原細菌. 日本植物病理学会報; 21; 92-96, 1956.
- GRIEVE, B. J. : Studies in the physiology of host-parasite relations. I. Proc. Roy. Soc. Vict., N. S.; 55; 13-40, 1943 (in Exp. Sta. Rec.; 91, 690, 1943).
- 日高 醇 : クロールピクリンによる土壌消毒に関する研究, 第1報. 専売局秦野煙草試験場報告; 35号; 11-38, 1947.
- 日高 醇 : クロールピクリンによる土壌消毒. 農業及園芸; 24; 631-635, 1949.
- 北海道農事試験場 : 昭和8年本道に発生せる特に注意すべき病害に関する事項. 北, 農, 試, 指, 奨, 第5輯; 191-192, 1935.
- 星野好博 : 馬鈴薯凋萎病に就いて. 日本植物病理学会報; 13; 3-6, 1949.
- 星野好博, 小山八十八 : 馬鈴薯凋萎病実態調査結果に就いて. 日本植物病理学会報; 14; 39, 1950.
- 舟山広治, 成田武四 : 玉葱の細菌性腐敗病の病原細菌について. 日本植物病理学会報; 19, 172, 1955.
- 石山信一, 向 秀夫 : 植物病原細菌誌. 1941.
- 伊藤誠哉 : 馬鈴薯の病害, 特に萎縮病に就きて. 北海道庁産業部; 1930.
- IVERSON, V. E. & HARRINGTON, F. M. : Accuracy of the ultraviolet light method for selecting ring rot free potato seed stocks. Amer. Potato Jour.; 19; 71-74, 1942.
- IVERSON V. E. & KELLY, H. C. : Control of bacterial ring rot of potatoes with special reference to the ultra violet method for selecting disease seed stocks. Montana Agr. Exp. Sta. Bull.; 386; 1-15, 1940.
- KATZENELSON, H. & SUTTON, M. D. : Inhibition of plant pathogenic bacteria in vitro by antibiotics and quaternary ammonium compounds. Canad. Jour. Bot.; 29; 270-278, 1951.
- 河村榮吉 : 煙草立枯病菌のバクテリオファージ, 特にその1種と之が分離に就て. 日本植物病理学会報; 6; 87-88, 1936.

- 河村榮吉 : *Bact. solanacearum* SMITH のバクテリオファージ。九州大学学芸雑誌, 9; 148~150, 1940.
- KNOX, L. C. : Reliability of the stem-ooze test for field identification of potato ring rot. *Amer. Potato Jour.*; 22; 57-62, 1945.
- KREUTZER, W. A., LANE, G. H. & PASCHAL, T. L. : Comparative effectiveness of certain knife infestants and the use of the double edged knife for the control of ring rot of potatoes. *Amer. Potato Jour.*; 23; 291-299, 1946.
- KREUTZER, W. A. & McLEAN, T. G. : Location and movement of the causal agent of ring rot in the potato plant. *Colorado Agr. Exp. Sta. Tech. Bull.*; 30; 1-28, 1943.
- LANE, G. P., KUNKEL, R. & KREUTZER, W. A. : Test of cutting knife disinfectants and cutting techniques in the control of ring rot of potatoes. *Amer. Potato Jour.*; 25; 446-454, 1948.
- LANSADE, M. : [Research on bacterial wilt of potato in France, *Corynebacterium sepedonicum* (SPECK, et KOTTH.) SKAPT. et BURKH.] *Ann. Inst. nat. Rech. agron.*, Ser. C. I; 1; 69-156, 1950 (in *Rev. appl. Mycol.*; 30; 386, 1951).
- LARSON, R. S. : The ring rot bacterium in relation to tomato and egg-plant. *Jour. Agr. Res.*; 69; 309-385, 1944.
- LIST, G. M. & KREUTZER, W. A. : Transmission of the causal agent of the ring rot disease of potatoes by insects. *Jour. Econ. Ent.*; 35; 455-456, 1942.
- MARTIN, E. A., LOWTHEN, C. V. & LEACH, T. G. : A differential medium for the isolation of *Phytoplasma sepedonicum*. *Phytopath.*; 33; 406-407, 1943.
- 松本 寛, 岡部徳夫 : 落茄青枯病細菌のバクテリオファージに関する研究予報. 病虫害雑誌, 22; 15~20, 1935.
- MATSUMOTO, T. & OKABE, N. : Bacteriophage in relation to *Bacterium solanacearum*. I. *Jour. Soc. Trop. Agr.*; 7; 130-139, 1935. II. *ibid.*; 9; 205-213, 1937.
- MEITZER, C. H. & BINKLEY, A. M. : Some evidence on the spread of bacterial wilt. *Amer. Potato Jour.*; 17; 198-201, 1940.
- 向 秀夫 : トマト青枯病とその防除法. 農業及園芸, 26; 95~98, 1951.
- 向 秀夫, 金野太郎, 土屋行男 : 米国から輸入された馬鈴薯に発生した黒腐性の細菌病について. 農業技術研究所, 病昆部病理科, 研究中間報告; 3号; 1950.
- 向 秀夫, 草葉敏彦 : 馬鈴薯輪腐病病原細菌の発育諸要約について. 農業技術研究所, 病昆部病理科, 研究中間報告; 第6号; 1953.
- 向 秀夫, 土屋行男, 草葉敏彦 : 馬鈴薯輪腐病病原細菌の分類学的研究. 農業技術研究所, 病昆部病理科, 研究中間報告; 第3号; 1950.
- 向 秀夫, 吉田孝二 : ペニシリンによる馬鈴薯輪腐病の治療. 植物防疫; 5; 417~422, 1951.
- 向 秀夫, 吉田孝二 : 馬鈴薯輪腐病の内科的治療法, II, 特にペニシリンによる防除法. 農業技術研, 病昆部病理科, 研究中間報告; 第5号; 1952.
- 向 秀夫, 吉田孝二 : 馬鈴薯輪腐病の内科的治療法, ストレプトマイシン溶液浸漬馬鈴薯苗体内のストレプトマイシンの濃度について. 農業技術研, 病昆部病理科, 研究中間報告; 第6号; 1953.
- 中川九一, 白坂信己 : 馬鈴薯輪腐病の被害実態. 東北の農業; 5; 267~268, 1951.
- 中村寿夫, 津曲彦寿 : 煙草立枯病第1次感染予防策としてホルマリンによる本圃の土壤消毒に就て. 専売局鹿児島試験場報告; 4; 1~28, 1940.
- 中田覚五郎 : 煙草立枯病, 特に病原菌に就て. 農学会報; 294; 186~216, 1927.
- 中田覚五郎 : 煙草立枯病菌の生活力及び寄生力に就て. 農学会報; 296; 283~304, 1927.
- 中田覚五郎 : 土壤反応と病害発生との関係, 特に立枯病とその防除. 農業及園芸; 9; 113~119, 1934.
- 中田覚五郎, 本場三郎 : 煙草の芯止と立枯病及び空洞病との関係. 日本植物病理学会報; 6; 86~87, 1936.
- 成田武四, 春貴紀男 : 北海道における馬鈴薯青枯病に関する調査. 北海道立農試報告; 4号; 1~62, 1952.
- 成田武四, 北沢健治 : 北海道に発生した馬鈴薯の萎凋性輪腐病(予報, 本病と馬鈴薯の Ring rot 病との類似性). 農業及園芸; 23; 395~396, 1948.
- 成田武四, 田中一郎 : 馬鈴薯輪腐病に関する調査研究. 北海道立農試報告; 6号; 1~116, 1954.
- NIELSEN, L. W. & TODD, E. A. : Preliminary evaluation of some soil disinfectants for controlling southern bacterial wilt of potatoes. *Amer. Potato Jour.*; 22; 197-202, 1945.
- 西門義一, 大島俊市, 石井 博 : 拮抗微生物による作物病害防除の研究, 第1報, *Bacterium solanacearum* に対する放射状菌の拮抗作用について. 日本植物病

- 理学会報; 13; 66, 1949.
- 農林省農業改良局植物防疫課：植物防疫法に基く種馬鈴薯の検疫と成績の解説。1954.
- 岡部徳夫：炭水化物醗酵能より見たる茄科植物青枯病菌の系統に就て。台中農林専門學術報告; 5; 20~49, 1944.
- 岡部徳夫：*Bact. solanacearum* の系統について。日本植物病理学会報; 15; 147, 1950.
- ROJALIN, L. B. : [The effect of plant nutrition on the resistance of different potato varieties to bacterial ring disease.] Arb. Forshust. Kartoffel, Moscow; 1-31, 1935(in Rev. appl. Mycol.; 15; 251, 1936).
- ROQUE, A. : A bacterial wilt of tobacco in Puerto Rico and its transmission to other Solanaceous hosts. Jour. Dept. Agr. Puerto Rico; 17; 145-156, 1933 (in Rev. appl. Mycol.; 12; 793, 1933).
- 桜井義郎, 小野福三：落茄青枯病に関する研究, 第1報。日本植物病理学会報; 14; 53~54, 1950.
- SAVILE, D. B. O. & RAGHOT, H. N. : Bacterial wilt and rot of potatoes. Sci. Agr.; 17; 518-522, 1937.
- SCHWARZ, M. B. & HARTLEY, C. : The influence of the preceding crop of the occurrence of slime disease (*Bacterium solanacearum*) in *Arachis* and some other plant. Meded. Inst. voor plantenziekten.; 71; 1-37, 1926 (in Rev. appl. Mycol.; 6; 390-391, 1927).
- SHEREF, A. F. : A method for maintaining *Phytomonas sepedonica* in culture for long periods without transfers. Phytopath.; 33; 330-332, 1943.
- SHEREF, A. F. : Infection experiments with potato ring rot and the effect of soil temperature of the bacteria. Amer. Potato Jour.; 21; 27-29, 1944.
- SHEREF, A. F. : Root inoculation, a method insuring uniform rapid development of bacterial ring rot of potato. Phytopath.; 39; 507-508, 1949.
- SKAPTASON, J. P. : Studies on the bacterial ring rot disease of potatoes. Mem. Cornell Univ. Agr. Exp. Sta.; 250; 3-30, 1943.
- SKAPTASON, J. P. & BURKHOLDER, W. H. : Classification and nomenclature of the pathogen causing bacterial ring rot of potatoes. Phytopath.; 32; 439-441, 1942.
- SMITH, E. F. : Bacteria in relation to plant diseases. II. 174-271, 1914.
- SMITH, E. F. : An introduction to bacterial diseases of plants. 207, 1920.
- SMITH, T. E. : Control of bacterial wilt (*Bact. solanacearum*) of tobacco as influenced by crop rotation and chemical treatment of the soil. U. S. Dept. Agr. Cir.; 612; 1944.
- SPIECKERMANN, A. : Ueber eine noch nicht beschriebene bakterielle Gefäßkrankheit der Kartoffelpflanze. Centralbr. für Bakt. II; 27; 207-208, 1910.
- SPIECKERMANN, A. & KOTTHOFF, P. : Untersuchungen über die Kartoffelpflanze und ihre Krankheiten. I. Die Bakterienringfäule der Kartoffelpflanze. Landw. Jahrb.; 46; 659-732, 1914.
- STANFORD, E. E. & WOLF, F. A. : Studies on *Bacterium solanacearum*. Phytopath.; 7; 155-165, 1917.
- STAPP, C. : The bacterial ring rot of the potato. Biol. Reichsanst. for Landw. und Forstwiss. Flugbl.; 36; 4, 1927.
- STAPP, C. : Beiträge zur Kenntnisse der *Bacterium sepedonicum* SPIECKERMANN et KOTTH., des Erreger der Bakterienringfäule der Kartoffel. Zeitschr. J. Parasitenk.; 2; 756-823, 1930.
- STARR, G. H. : Experimental work for the control of ring rot of potatoes. Amer. Potato Jour.; 17; 318-322, 1940.
- STARR, G. H. : Hot water for the control of ring rot of bacteria on the cutting knife. Amer. Potato Jour.; 21; 161-163, 1944.
- STARR, G. H. : The longevity of *Corynebacterium sepedonicum* on potato bags when placed under different environmental conditions. Amer. Potato Jour.; 24; 177-179, 1947.
- STARR, G. H. : Some factors influencing infection by *Corynebacterium sepedonicum* in potato tubers. Amer. Potato Jour.; 28; 555, 1951.
- 田口啓作：育種学的見地から見た馬鈴薯品種。農業及園芸; 19; 316~319, 430~434, 1944.
- 田中一郎：馬鈴薯輪腐病の輸入経路について。日本植物病理学会報; 14; 41~42, 1950.
- 田中一郎：馬鈴薯凋萎病について。農林省農政局防疫時報; 18; 18~22, 1950.
- 田杉平司：馬鈴薯輪腐病病薯の温湯消毒について。植物防疫; 8; 23~30, 1954.
- 田杉平司, 向秀夫, 草葉敏彦, 山崎保子：馬鈴薯輪腐

- 病の治病学的研究, I. 輪腐病罹病塊茎の温熱処理.
農業技術研, 病昆部病理科, 研究中間報告; 5; 1~
11, 1952.
- 柄内吉彦, 馬場徹代: 瑞典蕪菁の白腐病に関する研究,
第1報, 病原細菌の同定. 日本植物病理学会報; 20;
44, 1955.
- 上田栄次郎: 煙草立枯病に関する研究報告. 農林省農事
試験場報告; 13; 115~117, 1905.
- VAN SHAAK, V.: Antibiotics and potato ring rot.
Phytopath.; 38; 29, 1948.
- VAUGHAN, E. K.: Bactrial wilt of tomato caused by
Phytomonas solanacearum. Phytopath.; 34; 443-
458, 1944.
- WIEBE, P. O.: Division of plant pathology. Rept.
Dept. Agr. Murtius; 1938; 34-39, 1939 (in Rev.
appl. Mycol.; 19; 261, 1940).

R é s u m é

STUDIES ON THE BACTERIAL DISEASES OF POTATO IN HOKKAIDO

Takeshi NARITA

The ring rot, brown rot and soft rot are major bacterial diseases of potato in Hokkaido. In this paper, the writer has reported the results of investigations on the natures of the diseases and their causal organisms, with special reference to measures for the control of the diseases.

The ring rot of potato.

1) The incidence of the disease in Japan was first recorded by the writer in Hokkaido, in 1947. However, the writer presumed that the disease had been introduced probably in 1939 into the Shimamatsu Potato Breeding Farm of the Hokkaido Agricultural Experiment Station with seed potatoes imported from Germany. This presumption is based on the facts that some unidentified tuber rots which would probably be regarded as ring rot at present were observed in 1943 or 1944 at the Shimamatsu Potato Breeding Farm and also that the disease was found at first only in the fields of new varieties of seed potatoes such as "Nōrin No. 1", "Nōrin No. 2", etc. Those varieties were bred at the Shimamatsu Potato Breeding Farm and have been propagated at local experimental farms in the districts producing original stocks of seed potatoes since 1944.

The disease spread out very rapidly during the period of 1948 to 1951 throughout most of the fields cultivating seed-potatoes not only of new varieties but also of old ones such as "Danshaku-imo", "Beni-maru", etc., in Hokkaido. Accordingly the extensive use of seed-potatoes produced in Hokkaido seems to be responsible for the wide spread of the disease in Japan.

2) Although the loss due to the ring rot disease would be estimated with difficulty, seed-potato-growers have suffered not only from lowered yield but also from reduced market price owing to the disapproval in the certification of seed potatoes.

3) The symptoms of the disease become evident generally late in the growing season of potatoes. One or more stems in a hill wilt and become more or

less stunted, whereas the rest of them look healthy. The disease gives rise to mottlings on the leaf, and color of leaf turns to pale green and then to pale yellow being followed by occurrence of brown necrotic areas usually at the margins.

4) In the tubers, the disease affects the vascular tissues which become crumbly and are yellowish white or creamy in color. Pus-like matters ooze out from the infected vascular ring of the tuber when it is squeezed by hand. The diseased tubers in later stage generally show a reddish-brown discoloration of the skin around the stolon end and the eyes, being accompanied sometimes by cracks.

5) The symptoms of the foliage are often confused with or masked by other diseases, insect injuries or physiological disturbances. Some tubers occasionally become infected without showing any sign of the disease on leaves, and sometimes the morbid changes of tubers are so slight as to be undetectable by usual inspections.

6) It was verified that the stem-ooze-test practiced at the base of a wilted or suspicious stem is more reliable than the examinations by observing external vine symptoms in the field survey, although it is necessary to examine with the stem smear method and Gram-stain to diagnose the disease correctly.

7) It is possible to diagnose correctly the tubers affected slightly by means of appearance of greenish fluorescens of the vascular tissues on their cut surface when they are exposed to ultra-violet light. The greenish fluorescens was, however, not always so distinct as to accomplish the discrimination of diseased tubers from healthy ones. Accordingly it can be said that the ultra-violet irradiation method is of practical value in discovering diseased tubers when a large number of tubers are to be tested, though an accurate selection may not be expected by this method. Gram-stain method to apply to the smears from the vascular tissues of the tubers seems to be

the most reliable in detecting the ring rot infection of the seed stocks, but it is unapplicable to general uses because of its somewhat complicated techniques and prolixity. Therefore, this method should be applied to the selection of fundamental seed-potatoes in special organizations such as the Fundamental Farms of Seed-Potato or the Potato Breeding Farms.

8) The morphological, physiological and cultural characters of the causal pathogens of the ring rot disease of potatoes in Japan agree with *Corynebacterium sepedonicum* (SPIECK. et KOTTEL.) SKAPTASON et BURKHOLDER. The electron micrographs of the causal organism have been examined in detail.

9) In nature the potato ring rot organism never affects any plant in Hokkaido other than potato. In artificial inoculation experiment, however, the ring rot bacteria readily caused severe wilting and death on tomato plants, and they also invaded vascular tissue of egg-plants and peppers without distinct external vine symptoms.

10) Several methods of inoculation having been applied to the tubers at their sowing time, injection of bacterial suspension into the eyes and the smearing of it on the vascular tissues of their cut surface of tubers caused high percentage of infection to the potato plant. On the other hand, the smearing of the bacterial suspension on the parts between the eyes of a potato or on the medullary part inside of vascular tissue of the cut surface hardly caused infection, even when the inoculated parts were punctured with needles.

11) The knife used in cutting seed-potatoes often plays a role as an effective agent of causal bacteria in spreading the disease. A knife contaminated by being used in cutting affected tubers may be capable of transmitting the disease even to 20 seed-pieces which will be cut thereafter.

12) It has been generally observed that the disease does not spread from plant to plant in the field. Under certain conditions, however, such as the too narrow planting, field infection seems to take place occasionally.

13) Laboratory tests have indicated that the transmission of ring rot bacteria by wireworms (*Melanotus candel* LEWIS) and resultant infection of the disease takes place by chance. But, no actual case of field infection of potato ring rot by wireworms has ever been recorded.

14) Two years' experiments on the varietal

susceptibility of potato plants to the disease have shown that two varieties "Kamiyaimo" and "Professor Wohltmann", both being bred from the same cross "Daber" × "Erste von Frömsdorf", were free from disease for two years; on the other hand most of the varieties tested were readily affected, and especially "Benimaru", "Nōrin No. 2", "Hinomaru No. 1" and "Early Rose" were highly susceptible. Marked variation in the symptoms was observed among the potato-varieties examined.

15) Effective and essential measures for controlling ring rot disease have been fully studied.

16) Since the first discovery of the ring rot disease in Hokkaido every effort has been made to control the disease. At the Shimamatsu Potato Breeding Farm, three years were devoted to keeping the disease out by employing the Gram-stain method, Ultra-violet irradiation method and every sanitary precaution. The effort was fully successful, no diseased tuber being found thereafter 1951. Also at the four fundamental farms for producing seed potatoes in Hokkaido, as the result of same practices employed at Shimamatsu Farm, disease free seed-potatoes have been produced yearly since 1950.

17) Data submitted by the Plant Quarantine Office in Sapporo have indicated that the incidence of the disease in the seed potato fields has been remarkably reduced since about 1952. On the other hand, its incidence in the commercial potato fields has been gradually increased year by year.

18) The ring rot disease has not been completely eradicated from the seed potato fields in Hokkaido, in spite of the use of the disease-free seed potatoes originated from the Fundamental Farms of Seed Potato. The reason for this fact appears to be mainly the careless use of uncertified commercial potatoes for seeds in the fields neighbouring to the seed-potato farms planted with certified ones. Infection results at the times of harvesting, storing and planting.

19) In conclusion, it should be understood that for the complete control of the ring rot disease continual efforts must be made to produce disease-free original seed potatoes, to prevent contamination of healthy seed potatoes with diseased ones by means of various sanitary measures and, furthermore, as soon as possible to use completely disease-free seed potatoes in the growing for ordinary commercial purposes.

The brown rot of potato.

1) The disease was first identified in Hokkaido by the writer in 1951. However, the disease had already been distributed throughout the western districts of Hokkaido causing severe damages since more than 20 years ago. This was true especially in the northern parts of Kamikawa. It was mistaken as the *Fusarium* wilt caused by *Fusarium oxysporum* SCHL.

2) The disease is characterized in its early stages by a slight wilting and fading of green color of the leaves at the ends of branches, without any rolling or shrivelling at the margin of leaflets. When the stems, roots, stolons and tubers of the affected plants are cut, it is found that the vascular rings turn brown or dark brown in color and the bacteria ooze out from them as white shiny masses. It is also found that the bacterial slime exuded from the eyes of the severely affected tubers; sometimes, when being dried, darts are stuck on the surface of the tuber. In the later stages of the disease, it is commonly observed that *Fusaria* or other saprophytic organisms infect secondarily, and symptoms become quite complicated.

3) The isolated bacterium is proved to be pathogenic by the artificial inoculation; it causes the same symptoms of brown rot disease on potatoes as in the fields in nature. Furthermore the reisolation tests of the artificially infected potatoes give positive result. The causal organism is also pathogenic to tomato, egg-plant, rustica-tobacco etc., but it is slightly or not pathogenic to tobacco plant.

4) The morphology, cultural characters, physiology of the causal bacterium agree completely with those of *Pseudomonas solanacearum* E. F. SMITH. The electron micrographs of the brown rot bacterium showed somewhat differentiated structure of the protoplast.

5) The ability to utilize carbohydrates of the organism in synthetic media containing NH_4NO_3 as the nitrogen source was examined. The organism produced gas and acid from glucose, levulose, sucrose, mannitol and glycerin. Acid but no gas was produced from mannose, and neither acid nor gas was produced from arabinose, xylose, rhamnose, lactose, maltose, dextrin and starch. Considering these results, it is concluded that the brown rot organism in Hokkaido seems to belong to strain 1 (Tomato strain) of *P. solanacearum* according to the classifi-

cation of this bacterium by Okabe. But, details concerning the problem of the physiologic specialization in *P. solanacearum* should be an interesting and important item in further studies of this organism.

6) The results of the study of meteorological data of the Piuka region of Kamikawa district for the last 18 years show that the severity of outbreaks of the disease correlated significantly with high temperature and heavy precipitation during July to August. The disease was generally severe when the mean temperature was above 20.5°C and when the sum total of precipitation was above 90 mm during the period from mid-July to mid-August.

7) The reason why the brown rot of potato was especially prevalent in Piuka region situated in the northern low temperature district of Hokkaido has yet been remained as a perplexing question. The writer presumes that the following may be answers to that question.

a. Piuka region is of comparatively low temperature, but it is not cool enough to prevent the occurrence of the brown rot disease in the summer time.

b. The population of the causal bacteria in the soil of potato fields of this region is presumed to be high enough by accumulation owing to successive or short interval plantation of potatoes.

c. Poor drainage of potato fields situated on the flood plain of the Teshio river promotes the occurrence of the disease.

d. Frequent flooding of the Teshio river promotes either the dissemination of the causal bacteria in soil or their infection to potatoes by resulting high soil moisture.

The Soft rot of potato.

1. The soft rot of potato prevails quite commonly in Hokkaido, and it has been especially severe in rainy and hot years. Its causal agents seem to be complex. The disease seems to be caused by *Erwinia aroideae*, *E. carotovora*, and the bacteria having intermediate characters of both the above mentioned. Under these circumstances further studies are needed on the morphology, physiology, physiologic specialization and detailed pathogenicity of the soft rot organisms parasitic on potatoes and also on other crops.