

根釧地方におけるルタバガ白腐病に関する試験

第1報 本病の病状及び病原細菌について

馬 場 徹 代†

I 緒 言

北海道根釧地方の農業はその立地的条件から主畜酪農経営方式を採らなければならない運命にあるが、酪農経営の安定を図るには先ず乳牛の飼料を確保しなければならぬことは説明を要しないところである。ルタバガは耐寒性の強い多収性根菜類であり、当地方のような寒冷地において冬期間の多汁性飼料としての実用価値はデントコーン以上に高いが、その栽培上の一大障害となつてい

ものの一つにルタバガ白腐病の発生がある。本病は大正末期に既に発生することが知られ、その後毎年発生して被害を与えていたが、特に昭和18、19年および21年の被害はいちじるしく、このため管内農家のルタバガ作付面積は激減した記録がある。すなわち本病は一般にルタバガが生育旺盛な時期に発生して根部組織を白色または鉛色水浸状に軟化腐敗せしめ、ついには悪臭のあるジャム状組織に崩壊させるもので、その飼料価値はほとんど失われるものである。

従つて現在、本病の発生を防止し、ルタバガの生産を確保することが根釧地方の酪農経営の安定を図る上に重要な問題となつてい

るが、従来本病に関しては北海道立農業試験場根室支場において断片的に研究されたことがあるのみで、その性状も詳らかでなかつた。筆者は昭和28年以来本病に関する研究を行い、本病の実態を把握し、病原細菌の性状および発生誘因を明かにし、これにもとづいて効果的防除法を確立し、さらに耐病性品種の育成についての手掛りを得ようと努めた。現在までのところ必ずしも所期の目的を達し得たとはいえないが、ここに闡明し得た結果を逐次報告し、今後の研究の発展に資することとしたい。

本研究の施行に当たつて、終始有益な御教示を賜わり、

† 病虫部

且つ本稿の校閲を仰いだ前北海道農業試験場長柄内吉彦博士に衷心より感謝の意を表す。北海道立農業試験場根室支場長平賀即稔氏はルタバガ白腐病の研究を根室支場の重要課題として筆者に担当せしめ、円滑に研究を遂行できるよう配慮された。なお北海道立農業試験場病虫部長成田武四博士、北海道農業試験場病理研究室長富山宏平博士、北海道大学農学部助教授宇井格生博士その他当試験場の先輩同僚諸氏には御激励と御教示をいただいた。また前北海道大学農学部助教授中根正行氏には病原細菌の同定について御教示を賜つた。これらの諸先生、諸先輩に衷心より感謝する。さらにこの研究の遂行にあたり、北海道立農業試験場根室支場飯井信子及び沢田尚江の両氏をはじめ多くの職員諸氏に絶大な御協力を戴いたことを記して感謝の意を表す。

II 発生及び研究沿革

根釧地方におけるルタバガ栽培の起源は、当地の古老のことばによると明治33年頃ともいわれているが、北海道庁立根室農事試験場の事業成績をひもとくと、明治45年に仙台カブが栽培された記録がある。当時の事業成績には本病に関する記載が全くみられないが、大正14年の成績にはルタバガに「ベト病」が発生して約6割におよぶ株が腐敗したと記載されている。この「ベト病」はその報告の内容からみておそらく白腐病をさしているのではないかと推察される。その後昭和3年にはルタバガに腐敗病が発生したと記載されており、当地古老のことばも考えあわせると本病の被害はほぼ大正末期頃からみられたものと推定される。

昭和年代になつてからは、被害程度に多少の差異はあつたがほとんど毎年本病の発生をみ、次第に発生面積も拡大し、特に昭和18、19年および21年には管内各地に大発生し、このため当時根釧地方の内陸地帯においてはルタバガの栽培を中止するものが多く、根室半島部および釧路国鳥取町一部に僅かに栽培されるほどとなり、当地方の酪農

経営に重大な影響をおよぼした。北海道立農業試験場根室支場の事業成績から、本病の発生記録を抜萃すると第1表のとおりで、年によつて被害に軽重のあることがみられる。過去における管内栽培農家の圃場での発病状況は資料が乏しいため明かにしえないが、根室支場の場合とほぼ同様の傾向と考えて大過ないものと思われる。最近2、3年における管内各地の発病状況は第2表のとおり

で、本病による被害は3、4割以上におよぶこともあり、その分布は根室、釧路国支庁管内の全地域におよんでいる。また第2表では明かな傾向は認められないが、一般的には内陸地帯に発病の頻度が高く、齒舞半島などの海岸地帯には低い傾向がある。なお本病は根釧地方のみならず、石狩渡島地方などにも発生しており、本病の性状からみてルタバガの栽培地では常に発生する病害と思

第1表 根室支場におけるルタバガ白腐病の発生記録

| 年度(昭和) | 2年 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
|----------|------|------|------|-----|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 調査品種数 | 4 | 17 | 14 | 10 | 13 | 10 | 11 | 11 | 4 | 12 | 7 | 8 | 8 | 11 | 9 | 16 | 16 | 14 |
| 平均発病率(%) | 32.2 | 12.6 | 22.7 | 1.4 | 3.0 | 6.9 | 35.6 | 60.0 | 86.4 | 8.6 | 5.4 | 45.8 | 50.3 | 66.6 | 13.6 | 11.1 | 12.3 | 9.4 |
| 最高発病率(%) | 40.0 | 35.0 | 40.0 | 4.5 | 23.0 | 16.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 43.5 | 11.9 | 75.3 | 89.5 | 59.2 | 0.34 | 0.29 | 0.33 | 0.26 |
| 最低発病率(%) | 20.0 | 0 | 3.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12.5 | 67.0 | 0 | 1.6 | 8.8 | 25.3 | 40.0 | 3.0 | 0 | 4.0 | 0 |

- 備考 1) 根室支場におけるルタバガ品種試験圃場の成績による。
 2) 昭和3~11年は数字が記録されていないので表に掲げなかつたが、毎年発生していたことは記録され、特に昭和7年の発生は著しかつたという。
 3) 昭和20~22年も数字が記録されていないが、昭和20、22年は被害が少なく、昭和21年は被害甚大で収穫皆無であつたという。

第2表 根釧地方におけるルタバガ白腐病の発生状況

| 調査場所 | 発病率(%) | | | |
|-------------|--------|-------|-------|-------|
| | 昭和28年 | 昭和29年 | 昭和30年 | 昭和31年 |
| 根室町 | — | 40 | 21 | — |
| 和田村西和田 | — | — | 2 | — |
| 和田村厚床 | 19 | — | — | — |
| 別海村西別 | 0 | — | — | — |
| 中標津町股落 | 32 | — | — | — |
| 中標津村 | — | — | 4 | — |
| 釧路村遠矢 | — | — | — | 3 |
| 厚岸町尾幌 | — | 21 | — | — |
| 鳥取村 | — | 28 | — | — |
| 旧釧路分場(鳥取村) | — | 24 | — | — |
| 拓殖実習場(弟子屈町) | — | — | — | 40 |
| 弟子屈町屈斜路 | 36 | — | — | — |
| 標茶町 | 13 | — | — | — |
| 浜中村茶内 | 15 | — | — | — |

- 備考 1) 昭和28年は各地とも品種委託試験圃場における調査で、「ホワイト・フレッシュド・ネックレス」「ネムロルタバガ」「マゼスナック」及び「センダイカブ」4品種320株について調査した。

- 2) 昭和29年は農家圃場にて調査したもので、根室町では100株、厚岸町では75株、鳥取村及び旧釧路分場では25株についての成績である。品種は不明である。
 3) 昭和30年は和田村西和田及び標津村は品種委託試験圃場の「マゼスナック」を150株調査したもので、根室町は農家圃場で「マゼスナック」「ネムロルタバガ」「根室在来」及び「パーブルトップ」を計150株調査した。
 4) 昭和31年はいずれも委託試験圃場の「マゼスナック」「ネムロルタバガ」「グリーントップ」「根室種」「釧路種」及び「パーブルトップ」を合計480株調査したものである。

われるが、現在ルタバガの栽培の中心地が根釧地方であるため、特に同地方で大きな問題となるものである。

現在諸外国におけるルタバガの病害は爛葉の欠乏による褐色心腐病が最も多く、かつ重視されており、白腐病の発生はあまり顕著でないようであるが、WHITEHEAD²⁾ が1933年から実施したイギリスウエールズ地方のルタバガ品種比較試験において、その耐病性の項の中に *Erwinia carotovora* による crown および root rot を挙げてい

近には1952年ニュージーランドにおいて発病の記録²³⁾があるか、ほとんど詳しい研究はないようである。また1956年に筆者がスウェーデン、スバロフ種子協会研究所のDr. S. ELLERSTRÖMに問い合わせたところによると、スウェーデンにおける本病の発生は南部地区にまれにみられる程度で、ほとんど問題にならないとのことであつた。

わが国においても、十字科蔬菜類の腐敗性細菌病に関する研究は数多くあるが、ルタバガすなわち瑞典カブ (*Brassica napus* var. *napobrassica*) を対象とした本病の研究は少なく、本病を紹介したものとしては北海道農事試験場時報第136号(昭和13年)に瑞典カブ栽培上の注意として本病について若干記載され、また昭和26年北海道立農業試験場から出版された「根室の農業」の飼料用根菜類の項に、瑞典カブ栽培上の重大病害として記載されているに過ぎない。

なお本病の病原に関しては十字科作物の軟腐病と関連して研究されたことが少ないのであるが、WORMALD, HARRIS²⁴⁾のカブの細菌性軟腐病に関するノートによれば、1899年 POTTER¹⁶⁾はカブの軟腐病細菌として *Pseudomonas destructans* を分離しており、1910年に PRIESTLY, LECHMERE¹⁵⁾がルタバガの腐敗病について *Pseudomonas destructans* および *Bacillus oleraceae* の2菌種を見出している。その後1922年に JONES⁷⁾はルタバガの腐敗病原菌として *Pseudomonas destructans* の変異菌を見出している。

III 病 状

本病の発生時期はその年の気象条件と寄主体の生育状況によつて異なるが、概ね寄主体の生育日数50~70日前後のときから発生しはじめる。すなわち普通栽培法では7月中下旬が本病の初発生の時期で、その後8月上中旬、生育日数90日前後のときがほぼ発病最盛期となる。しかし年によつてはダイコンバエの幼虫の被害によつて9月上旬頃から白腐病が再び誘発されることもある。

本病は主として肥大した主根に発生するものであるが、ときに葉柄が侵されることもある。葉柄の罹病するのは葉および葉柄の生長の最も旺盛な

時期に多く、普通栽培法では大体7月中下旬頃でこの時期以後に葉柄が直接罹病することはあまりみられない。葉柄が罹病した場合の症状は根部が罹病した場合とほとんど同じであるが、初期においては罹病部位の組織は水浸状となつて維管束以外の組織が腐敗崩壊しはじめ、蒸散作用の烈しい日中好天のときに葉は凋萎し、夕刻冷涼となると回復するようになる。病状がさらに進展すると組織の腐敗崩壊ははなはだしくなり悪臭のある汁液を洩出し、葉の凋萎は回復することがなく、葉柄は基部から剝落するにいたる。この剝落のため、罹病した葉柄から根部または他の葉柄に腐敗が直接移行することがなく、葉柄の罹病した葉のみの腐敗落葉にとどまるので、葉柄の発病はとかく見落されがちである。

病原細菌の接種試験によつて発病した根部の症状をみると、初め罹病部位が水浸状となつてクリーム色ないし黄色または淡褐色を呈し、細胞が個々に分離して崩壊するため、組織は軟化して腐敗するが、圃場においては根の大部分が地中にあるため初期の症状を発見することは困難である。感染が完成し、外界条件が病原細菌の発育に適した場合には、病状はさらに内部に進展を続け、根の内部組織の腐敗崩壊部位が拡大し、ついには悪臭のある汁液を洩出するにいたるが、一般に表皮部の組織は侵され難く根部形体がくずれすることは少ない。この頃になると、地上部の莖葉は日中弾性を失つて凋萎し、夜間には回復する症状を呈して罹病株は容易に発見されうようになる。さらに病状が進めば罹病部位は拡大し、主根内部は大半悪臭のあるジヤム状の腐敗組織に変じ、ついには表皮組織も崩壊し、莖葉は枯凋落葉して完全な欠株となる。このような完全腐敗症状のものをみることは最近2、3年の観察においてはまれで、罹病株の大多数は罹病後腐敗がある程度進展したとき、罹病部と健全部との境に黒褐色の組織が形成されて腐敗の拡大が阻止され、やがて崩壊した部分の組織は乾固して空洞となつたまま生育を続けていくものが多い。この場合莖葉の様相は根部の腐敗空洞部部位によつて異なつてくる。すなわち、主根の頸部が腐敗したときには繁茂した莖葉

は凋萎後剥落し、後に小茎葉が叢生するのが多くまた頸部が侵されず肩部以下の部分が空洞となっているときは、茎葉は剥落することなく、一時凋萎後再び回復することが多いようである。さらに根部組織の腐敗が僅少で腐敗の進展が阻止されたときには茎葉はほとんど凋萎しないのみならず、崩壊した部位もその後の生育により空洞とならず僅かに感染の痕跡を残しているにとどまる場合もみられる。このように罹病程度に差異のみられることは、感染後の外界環境および寄主体組織の抵抗力の差異によるものと思われるが、一般的には7月および8月中旬頃までに発病した株は欠株となるか、または空洞を生ずることが多く、9月以降感染発病した個体は概して軽症にとどまるようである。

なお、軽症な罹病個体または外部の罹病部位はほとんど回復したが内部には腐敗部が残っている個体などを健全個体とともに貯蔵した場合、貯蔵方法が不備であると、冬季貯蔵中に腐敗が進み他の健全個体にも感染して、春先の需要時期に飼料としてほとんど使用できないこともしばしばみられる現象である。

以上本病病状の概略を述べたが、本病の典型的な病状としては、主根内部組織がクリーム色ないし胎色または淡褐色を呈して水浸状に腐敗崩壊し次第にジヤム状となつて悪臭を放ち、茎葉は凋萎し、後に黄変して剥落するところにあるということができよう。なお、人工接種試験の場合には外界の環境が適当であると、接種後12時間目にはすでに腐敗が肉眼で認められる。自然状態では若干異なると思われるが、本病の潜伏期間はほとんど無いかまたはあつても短時日であると考えてよいのではないかと思われる。

IV 病原細菌の性状及び同定

(1) 病原細菌の分離および接種試験

前述のごとく、ルタバガ白腐病の病原として報告された細菌は *Pseudomonas destructans* POTTER および *Bacillus oleraceae* HARRISON. であるが、その後 BERGEY¹⁾ の分類によるとこれらの細菌はいずれも *Erwinia carotovora* (JONES) HOLLAND

の異名として取り扱われている。また、十字科およびその他蔬菜類の軟腐性細菌病の病原細菌である *Erwinia aroideae* (TOWNSEND) HOLLAND, *Erwinia carotovora* (JONES) HOLLAND はその寄主範囲にカブ、ダイコン、キャベツなどを含んでおり^{13), 19)} おそらくルタバガもこの寄主範囲に含まれるものと思われるが、これらに関しては報告もなく明かでない。わが国においても馬鈴薯、キャベツ、白菜、その他の蔬菜類および花卉類の軟腐性病害に関する研究^{13), 20)} は多いが、ルタバガ白腐病からその病原を分離して同定した記述は見当たらないように思われる。ただ、北海道立農業試験場根室支場の事業成績には、昭和13年「病原菌と看做される2, 3種の細菌を分離培養した」と記述されているが、種名が同定されるまでにはいたらなかつた。その後に出版された前述の「根室の農業」にも、「此の病害は病原菌が土壤中にある一種の細菌であつて寄生発病の詳細についてはまだ明らかにされていない」とのみ記載されている。それゆえ、本病を究明し病名を正式に決定するには、何よりも先ず病原を確認し、同定する必要があるので、病原の分離および接種試験を施行した。

(A) 分離試験

昭和28年の夏、筆者は根室、釧路管内各地のルタバガの罹病個体および白菜腐敗病罹病個体などを用いて病原の分離試験をおこなつた。

分離方法

分離用培養基は肉汁寒天培養基を使用し、主として次の稀釈分離培養法、ときに組織片培養法により病原の分離を行なつた。

稀釈分離培養法：罹病部の崩壊組織を殺菌した白金線をもつて鈎取り、殺菌水にて稀釈し、これからさらに殺菌した白金耳で、あらかじめ溶融、冷却させた培養液中に混じ、これをペトリ皿内に流し込んだ。

組織片培養法：罹病部と健全部との境界部分の組織の小片を75%アルコール液中に5~10秒間表面消毒し、殺菌水にて洗滌した後、あらかじめペトリ皿に流し込んでおいた培養基上に配置した。

このようにして分離操作に使用したペトリ皿は28°Cに調節した定温器内に静置し、細菌聚落の発育を待つて、その聚落の形態を調べ、同一ペトリ皿内に最も数多く生じた同一形態の聚落の中から2, 3のものを選び、その各々について殺菌白金線を用いて鉤取し、前記稀釈培養法をさらに繰り返えし同一ペトリ皿内の全聚落が同じ形態のものであることを確かめ、その中の一聚落から白金線で鉤取し、肉汁斜面寒天培地に移植し、さらにこれを肉汁寒天培地に穿刺培養して培養番号を附し、2ヵ月ごとに植継して保存した。この方法で筆者が分離した菌株は123株におよんだ。

(B) 接種試験

前述のようにして純粋に分離培養した菌株は必ずしも白腐病の典型的な症状の株から分離したも

のばかりでなく、また、ときには二次的に寄生した細菌の方が多く存在していたことがあつたため、これら分離菌のルクバガに対する病原性を検し、非病原細菌を淘汰する必要がある。それゆえ、分離菌株の病原性を早急に判定するため、生育中のルクバガの根部組織をできるだけ無菌的に処理して2.5×3.0×1.0cm位のスライスを作り、これを無菌湿室としたペトリ皿内に入れて、このスライス上に前述の純粋分離培養菌株の菌液を接種し、28°Cの定温器内に静置し、スライスの腐敗崩壊の性状を調べて病原性の有無を判定した。この接種方法を3回反覆しておこなつた結果、ルクバガに対して確実に病原性を示して白腐症状を呈せしめるものと認めた菌株は次の26菌株であつた。

第 3 表 ルクバガ白腐病病原細菌保存培養菌株

| 菌株番号 | 採 集 地 | 分 離 源 | 採集月日 |
|-------|------------------|----------------------|-----------|
| B-36 | 北, 農, 試, 根 室 支 場 | ルクバガ : 猪 子 A : 葉柄部 | 28. 8. 11 |
| B-40 | 〃 | 〃 : 望 月 : 根 部 | 〃 |
| B-44 | 〃 | 〃 : 林 : 葉柄部 | 〃 |
| B-47 | 中標津町 東俣落 遠藤氏畑 | 〃 : : 根 部 | 28. 8. 24 |
| B-48 | 〃 当 幌 山川氏畑 | 〃 : パープルトツブ : 根 部 | 〃 |
| B-53 | 〃 | 〃 : 〃 : 〃 | 〃 |
| B-54 | 〃 | 〃 : 〃 : 〃 | 〃 |
| B-73 | 浜 中 村 茶 内 | 〃 : 〃 : 〃 | 28. 8. 8 |
| B-74 | 〃 | 〃 : 〃 : 〃 | 〃 |
| B-75 | 〃 | 〃 : 〃 : 〃 | 〃 |
| B-80 | 北, 農, 試, 根 室 支 場 | 〃 : 望 月 B : 葉柄部 | 28. 8. 5 |
| B-81 | 〃 | 〃 : 〃 : 〃 | 〃 |
| B-82 | 〃 | 〃 : 〃 : 〃 | 〃 |
| B-83 | 〃 | 〃 : 〃 : 根 部 | 〃 |
| B-84 | 〃 | 〃 : 〃 : 〃 | 〃 |
| B-85 | 〃 | 〃 : 〃 : 〃 | 〃 |
| B-90 | 〃 | 〃 : 〃 : 葉柄部 | 〃 |
| B-91 | 〃 | 〃 : 〃 : 根 部 | 〃 |
| B-93 | 〃 | 〃 : 〃 : 葉柄部 | 〃 |
| B-94 | 〃 | 〃 : 〃 : 〃 | 〃 |
| B-96 | 〃 | 〃 : 〃 : 根 部 | 〃 |
| B-99 | 〃 | 〃 : ホワイト, フレツシ : 葉柄部 | 28. 7. 30 |
| B-100 | 〃 | 〃 : ヌド, ネットレス : 〃 | 〃 |
| B-101 | 〃 | 〃 : 〃 : 〃 | 〃 |
| B-106 | 〃 | 〃 : マゼスチック : 根 部 | 〃 |
| B-129 | 中標津町 西計根別 二瓶氏畑 | 〃 : パープルトツブ : 〃 | 28. 8. 26 |

B-36, B-40, B-44, B-47, B-48, B-53, B-54, B-73, B-74, B-75, B-80, B-81, B-82, B-83, B-84, B-85, B-90, B-91, B-93, B-94, B-96, B-99, B-100, B-101, B-106, B-129

もちろん、これらの菌株のほかにもルタバガのスライスを僅かに腐敗させるものや、また、変色させたものもあつたが、本病の病原となる細菌を決定するためには、確実な病原性を有することが望ましいのであえて淘汰した。

上記の26菌株は接種したスライスを常に腐敗崩壊させて白腐病特有の悪臭を生じ、また腐敗したスライスから再分離した細菌は菌形および聚落性状ともに原菌株と同一であることが確かめられた。したがつてこれらの菌株をルタバガ白腐病の病原細菌とみなすことができよう。これらの菌株の分離源および分離期日を示すと第3表のとおりである。

(2) 病原細菌の諸性質

本病の病原と認められた前記の26菌株について、その諸性質をあきらかにしその種名を決定するためその形態、培養および生理的性質を調査した。なお、比較対照として農林省農業技術研究所病理昆虫部から分譲された *Erwinia aroideae* (TOWNS) HOLLAND (長野県農業試験場平馬鈴薯取々種農場にて馬鈴薯から分離されたものでB.A.2と略記) および *Erwinia carotovora* (JONES, HOLLAND (山形県東村山郡千布村にて白菜から分離されたものでB.C.2と略記) の2菌株を用いた。

(A) 形態的性質

供試細菌の形態は短桿形のものが多く、まれにごく短桿形および桿形のものを含み、両端は鈍円であり、多くは孤在するかまたは対をなし、まれに数個連なつて連鎖状を呈する。菌体の大きさは培養基の種類および培養日数によつて変化するが概ね $0.5 \sim 0.8 \mu \times 1.2 \sim 2.1 \mu$ である。肉汁斜面培地上で 28°C にて5日間培養した菌体を芽胞染色および包囊染色を行なつた結果では、いずれも陰性で、芽胞および包囊は形成しないものと判定された。半流動ブイヨン培養基芽刺培養の培養所見、また細菌を顕微鏡で観察した結果からみて本菌は

きわめて旺盛な運動性を有するものと認められ、西沢、菅原法³⁾ にて鞭毛染色をおこなつて観察した結果によれば供試菌の鞭毛は周毛性で、2~7本生じていた。また、鞭毛の長さは菌体長の3倍以上におよぶものが多かつた。グラム氏染色はHUCKERの変法⁴⁾ を使用したが、供試菌はすべて脱色しグラム陰性菌に属する。

(B) 培養的性質

以下に記述する培養的性質の試験は特定の場合を除き、すべて $28 \pm 1^{\circ}\text{C}$ の定温で培養したものである。

肉汁寒天平面培養

[水1ℓ, 肉エキス10g, ペプトン10g, NaCl 1g, 寒天25g, pH6.5~7.0に修正]

発育は良好で聚落の形成は早いものは24時間後に、おそくも48時間には肉眼で認めうる。培養48~96時間後における聚落の形態は普通点状または円形で、ときにアメーバ状のものもあるが、これは表面に水滴が流れたものと思われる。聚落の表面は平滑で、高さは丘状または中高であるが、アメーバ状のものは扁平である。周縁は全縁であるが、アメーバ状のものは鈍鋸齒状である。その内容は均質で、色は白色、光学的性質は半透明である。

肉汁寒天斜面培養

[水1ℓ, 肉エキス10g, ペプトン10g, NaCl 1g, 寒天25g, pH6.8~7.0]

発育は良好で菌層の形は糸状または刺糸状で、高さは扁平または丘状、光沢は湿光、表面の状態は平滑、光学的性質は半透明である。菌層の色は灰白色、質はやや粘稠質で培地の変色はほとんど認められない。

肉汁寒天高層培養

[水1ℓ, 肉エキス10g, ペプトン10g, NaCl 1g, 寒天25g, pH6.8~7.0]

穿刺溝内の発育はほぼ上下一様であるが、培養日数が経過すると菌層が表面にも溢出してくる。穿刺溝内の菌層の形は糸状である。

肉汁膠質高層培養

[水1ℓ, 肉エキス10g, ペプトン10g, NaCl 1g, ゼラチン200g, pH6.8~7.0]

この培養は $20 \pm 1^\circ\text{C}$ の定温でおこない、培養4日後および6日後に膠質の溶解状態を調べた。供試菌はいずれも発育中層で膠質も液化する。培養4日後における膠質溶解部の形状は噴火口状が大半を占め、漏斗状または囊状のものも若干あつたが、培養6日後の観察では大多数のものは地層状を示し、B-96が噴火口状、B.A.2が囊状であつた。

葡萄糖加用馬鈴薯煎汁寒天斜面培養

〔水1ℓ、馬鈴薯200g、葡萄糖15g、寒天20g、pH6.8~7.0〕

発育は中層または良好で、菌層は糸状、丘状、湿光、平滑、乳白ないし乳黄色で、培地は変色しない。

蒸馬鈴薯円筒基培養

剝線培養で発育は概ね良好で、菌層の形は刺糸状ないしは拡布状で、高さは丘状ないし中高、光沢は湿光、表面は平滑、光学的には不透明、色は乳白ないし乳黄色であり、基質は多少黒褐変する。

ブイヨン水培養

〔水1ℓ、肉エキス10g、ペプトン10g、NaCl1g、pH6.8~7.0〕

発育は中層なものが多いがやや貧弱なものもある(B-36, B-47, B-82, B-83, B-84, B-91, B-96, B-99, B-101)。液表面の管壁に沿つて輪を生ずるものと液面に薄膜が生ずるものがある。培養液の潤濁度は培養48~96時間において液は一様に潤濁して中層のものが多い。沈澱は48時間ではほとんどないかまたは僅かに認められるほどで、96時間でやや多量となり、汚白色を呈し、その質は粘土状または粘稠である。

ペプトン水培養

〔水1ℓ、ペプトン10g、NaCl5g、pH6.8~7.0〕

発育は概ね中層ないし良好であるが、B-36, B-53, B-82, B-83, B-99はやや貧弱であつた。液表面に薄膜を生ずるものが多く、潤濁度は一様で48~96時間では中層である。沈澱は96時間で認められ、汚白色、粘土状ないしは粘稠である。

リトマス牛乳培養

〔脱脂乳、適量のリトマス液〕

酸の産生は供試菌のすべてに培養2日目に認められ、カゼインの凝固、リトマスの還元は培養4日後にみられたが、ペプトン化は14日後に僅かに認められるものがあつたにすぎない。

ウンスキー氏液培養

〔水1ℓ、NaCl5g、CaCl₂0.1g、MgSO₄0.2g、K₂HPO₄1g、アスパラギン3.4g、乳酸アンモニウム10g、グリセリン40cc〕

良好な発育を示す。液表面の管壁に沿つて輪をまたは液面に薄膜を生じ、液の潤濁度は上下一様で96時間後ではきわめて良好である。沈澱は灰白色ないし淡黄白色、粘土状または粘稠で中層量のものが多い。

コーン氏液培養

〔水1ℓ、K₂HPO₄5g、MgSO₄5g、酒石酸アンモニウム10g、KCl0.5g〕

発育が全く認められなかつた。

クエン酸ソーグ培地培養

〔水1ℓ、NH₄H₂PO₄1.5g、K₂HPO₄1.0g、クエン酸ソーグ2.5g、MgSO₄·7H₂O0.2g〕

供試菌の多くは発育中層であつたが、B-36, B-82, B-83, B-99, B-101の発育はやや不良であつた。潤濁は上下一様で、液面での発育はみられず、沈澱は培養96時間で認められ、灰白色、粘土状または粘稠であつた。

(C) 生理的性質

以下の生理的性質の各試験は $30 \pm 1^\circ\text{C}$ の培養温度でおこなつたものである。

硫化水素の産生

ペプトン水培養には鉛糖紙を用い、7日間黒変の有無を調べ、硫化水素の産生の有無を判定したその結果、供試菌の大多数は48時間ですでに鉛糖紙が黒変して硫化水素の産生が認められたが、B-82, B-83の2菌は7日間の培養においても硫化水素を全く産生しなかつた。

インドールの産生

供試菌をペプトン水(このペプトンにはトリプトファンが含まれていることを、予め古武の反応²⁾で確認していた。)に5日間培養後、EHRlich-BOHME法³⁾およびSAKOWSKI-北里法³⁾を併用して、インドールの反応を調べたが、これら供試菌はいずれも陰性であつた。

硝酸塩の還元

0.1%硝酸加里を加えたペプトン水に5日間培養した後、GRISSの反応⁹⁾によつて亜硝酸塩の存在の有無を調べた結果、供試菌はすべて陽性であり硝酸塩を還元して亜硝酸塩を産生することが認められた。

メチレンブルーの還元

葡萄糖加用磷酸塩ペプトン水に24時間培養し、その培養液にメチレンブルーの飽和溶液の1滴を滴下し、1時間後および2時間後に還元作用による脱色の状態を調べた。その結果、供試菌の大多数は還元力を有していたが、B-48、B-81、B-82、B-83、B-93は還元力を有しなかつた。

メチル・レッド試験

葡萄糖加用磷酸塩ペプトン水に5日間培養後、培養液にメチル・レッド試薬(0.1gのメチル・レッドを純アルコール300ccに溶かし、さらに蒸留水を加えて500ccにしたもの)を滴下し、その反応を調べた。その結果、供試菌はすべて陽性の反応を示した。

VOGES-PROSKAUER 反応試験

メチル・レッド試験と同じく葡萄糖加用磷酸塩ペプトン水に5日間培養後、培養液に10%苛性カリ溶液を等量に加えて1夜放置し、葡萄糖の分解産物であるアセチルメチルカロピノールがアルカリと空気中の酸素のために形成するチアセチルの呈色反応を観察した。その結果、供試菌の大多数は陰性であつたが、B-36、B-71、B-81の3菌株は陽性であつた。

澱粉の分解

0.2%の可溶性澱粉を加えたペプトン寒天培養基に5日間平面培養し、この培地に沃度の50%アルコール飽和液を流し込んで澱粉反応を調べた結果、供試菌のすべては全く澱粉を糖化しないか、またはきわめて微弱な糖化作用しか有しないように思われた。

各種糖類およびアルコールに対する醗酵作用

糖類およびアルコールに対する試験はすべて変法BARSIEKOWの培地(ペプトン水100cc、各供試糖0.5g、リトマス液適量)を使用し、培養1週間以内における酸の産生およびガスの発生の有無を調査した。なお、ガスの発生はDURHAM管を用いて

調べたものである。

葡萄糖の醗酵

供試菌はすべて良好な発育を示し、培養48時間後酸の産生が認められた。ガスの発生は培養48時間後にB-48、B-54、B-82、B-91、B-99、B-106、B.C.2の7菌株に認められたが、ほかの菌株では発生をみなかつた。

果糖の醗酵

供試菌の発育はすべて良好で、かつ、培養48時間後には酸の産生が認められた。ガスの発生は培養48時間後に、B-40、B-53、B-54、B-84、B-85、B-91、B-96、B-99、B-100、B-101、B-106、B.C.2の12菌株に認められたが、ほかの菌株では発生をみなかつた。

マンニツトの醗酵

供試菌の発育はすべて良好で、培養48時間後には酸の産生が認められた。ガスの発生は培養48~96時間後に、B-40、B-53、B-54、B-84、B-85、B-91、B-96、B-99、B-101、B-106、B.C.2の11菌株に認められたが、ほかの菌株では発生をみなかつた。

ラムノースの醗酵

供試菌の発育はやや良好で、酸の産生はすべての菌株に認められたが、B-80、B-90、B-94ではやや遅れて培養96時間後に、また、B-82、B-83、B-93では培養144時間後に酸が産生された。ガスの発生は培養48時間後に、B-40、B-53、B-54、B-84、B-91、B-96、B-100、B-101の8菌株に認められ、B-85、B-99、B-106、B.C.2の4菌株ではやや遅く培養96時間後に発生をみた。ほかの菌株では全く発生しなかつた。

麦芽糖の醗酵

供試菌の発育は全般にわたりやや不良であり、酸の産生は培養48時間後にすべての菌株に認められたが、きわめて微弱であつた。ガスの発生はどの菌株にも全く認められなかつた。

キシロースの醗酵

供試菌の発育は全菌株とも良好で、酸の産生は培養48時間後にすべての菌株に認められた。ガスの発生は培養96時間後にB-40、B-53、B-54、

B-84, B-85, B-91, B-96, B-99, B-100, B-101, B-106, B. C. 2の12菌株に認められたがほかの菌株では発生をみなかった。

乳糖の醗酵

供試全菌株とも発育は良好で、培養48時間後には酸の産生が認められた。ガスの発生は培養96時間後にB-40, B-53, B-54, B-84, B-85, B-91, B-96, B-99, B-100, B-101, B-106, B. C. 2の12菌株に認められたが、ほかの菌株では発生がみられなかった。

蔗糖の醗酵

供試菌はすべて良好な発育を示し、培養48時間後には酸の産生が認められた。ガスの発生は培養48時間後にB-53, B-54, B-101, B. C. 2の4菌株に、また培養96時間後にはB-91, B-99, B-106の2菌株に認められたが、ほかの菌株では発生がみられなかった。

ラフィノースの醗酵

供試菌の発育は全般的にやや劣つたが、培養96時間後には全菌株に酸の産生が認められた。ガスの発生は培養96時間後にB-40, B-53, B-54, B-84, B-85, B-91, B-96, B-99, B-100, B-101, B-106, B. C. 2の12菌株に認められたが、ほかの菌株では発生はみられなかった。

グリセリンの醗酵

供試菌の発育は全般的に良好ではなかった。酸の産生は培養6日後にほとんど全菌株に認められたが、B-47, B-82, B-83, B-85, B-93, B-129の6菌株ではきわめて微弱であつた。また、ガスの発生は全菌株のいずれにも認められなかった。

イヌリンの醗酵

供試全菌株のいずれも発育はきわめて不良であり、酸の産生もガスの発生も認められなかった。

エチルアルコールの醗酵

供試菌の発育は全般的に貧弱であつた。酸の産生は培養48時間でほとんど全菌株にごく微弱に認められたが、培養96時間ではB-47, B-53, B-54, B-99, B-101, B. C. 2の6菌株を除くほかの菌株の培地には酸が消失したようであつた。ガスの発生は供試全菌株のいずれにも全く認めら

れなかった。

ブチルアルコールの醗酵

供試全菌株とも発育は貧弱で、酸の産生は確認されなかった。また、ガスの発生は全く認められなかった。

(D) 発育温度

葡萄糖加用燐酸塩ペプトン水を用い、供試菌の発育におよぼす温度の影響を知るため、各種の実験を行なつたが、その結果を一括すると第4表のとおりである。実験結果によると、供試菌株の発育最低温度は8°C以上とみられ、最適発育温度は菌株により必ずしも一定していないが、概ね30±2°C位にあるものと推定された。

なお大多数の供試菌の致死温度は50°C10分間であるが、6菌株は55°C10分間であると思われた。

(E) 供試菌株の植物組織スライスに対する病原性

供試菌株のルタバガの根部スライスに対する病原性はこの同定試験に着手する前に、すでに検定して確認している。しかし前述の各諸性質の判定には約2カ月間の時日を要しているもので、この間にこれらの供試菌の病原性が変異をおこしていたり、またほかの雑菌が混入していたとすれば、病原菌の同定を行う場合の支障となる。それゆえ、それらが変異しているか否かを確かめるため、前記の培養試験がすべて終了した後、各供試菌について肉汁寒天平面培養をおこなつたが、その結果各供試菌は異常聚落を生じないことが確認された。さらに、前述の接種試験と同様の方法によつてルタバガの根部スライスに対する接種試験を行い、また同時に、ルタバガ以外の蔬菜類に対する病原性を知るために、馬鈴薯塊茎、ニンジン根部、ダイコン根部およびキャベツ葉柄部のスライスに同様の接種試験をおこなつた。これらの試験結果は第5表に示すとおりである。

本表によつてあきらかなように、これら供試菌の病原性は分離直後のときと大差ないので、培養中に変異していないと判断して大過ないと思われる。また、これら供試菌は馬鈴薯、ニンジン、ダイコンおよびキャベツのスライスに対して若干強弱の差異はみられるが、いずれも軟化腐敗せしめうるということが認められた。しかし、接種に供した作物の

第 4 表 供試細菌の発育及び死滅と温度との関係

| 培養時間 | 最低発育温度試験 | 20°Cと30°Cにおける培養の比較 | | 25°Cと30°Cにおける培養の比較 | | 27°Cと30°Cにおける培養の比較 | | 28°Cと32°Cにおける培養の比較 | | 30°Cと35°Cにおける培養の比較 | | 致死温度試験 (I) 50°C温水中に10分間 浸漬処理後、30°C定 温に72時間及び 120 時間培養 | 致死温度試験 (II) 55°C温水中に10分間 浸漬処理後、30°C定 温に72時間及び 120 時間培養 | | | | | | | | |
|-----------------|---------------|--------------------|------|--------------------|------|--------------------|-------|--------------------|--------|--------------------|-------|---|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 72及び 120時間 | 24時間 | 48時間 | 17時間 | 24時間 | 17時間 | 24時間 | 17時間 | 24時間 | 17時間 | 24時間 | | | | | | | | | | |
| 培養温度 | 8°C | 20°C | 30°C | 20°C | 30°C | 25°C | 30°C | 25°C | 30°C | 27°C | 30°C | 27°C | 30°C | 28°C | 32°C | 28°C | 32°C | 30°C | 35°C | 30°C | 35°C |
| 発育状態 (当該菌株数) | - (28菌株) | +<+ | ++<+ | +<+ | ++<+ | +<+ | ++<+ | +<+ | ++<+ | +<+ | ++>+ | - (22菌株) | - (28菌株) | | | | | | | | |
| | | | | | | +=+ | ++≦+ | +=+ | ++=+ | +=+ | ++>+ | + | + | | | | | | | | |
| | | | | | | (1菌株) | (1菌株) | (10菌株) | (18菌株) | (1菌株) | (2菌株) | (6菌株) | | | | | | | | | |

注 1) B.A.2, B.C.2 及び本病原細菌26菌株についてそれぞれ試験した結果である。

2) 表中の+は発育中庸, ++は発育良好, -は発育せずを示し, >, ≧, =は肉眼観察による発育状態の比較を示す。

第 6 表 *Erwinia* 炭疽腐性細菌の中の12種と本病々原細菌との差異点

| <i>E. carnegiana</i> (LIGHT, STANDRING & BROWN) | <i>E. crivanensis</i> (KALANTARIAN) BERGEY et al. | <i>E. flavida</i> (FAWCETT) MAGROU | <i>E. dissolvens</i> (ROSEN) comb. nov. | <i>E. nimirpressuralis</i> CARTER. | <i>E. ananas</i> SERRANO | <i>E. cytolytica</i> CHESTER | <i>E. mangiferae</i> (DODD) BERGEY et al. | <i>E. citrimactans</i> (DODD) MAGROU | <i>E. rhapontici</i> (MILLARD) comb. nov. | <i>E. lathyri</i> (MANN & TAUBENHAUS) HOLLAND | <i>E. lili</i> (UYEDA) MAGROU |
|--|---|---|---|--|---|---|---|--|--|---|--------------------------------------|
| 包莖を生ず、グラム陽性 (LIGHT et al), リトマス牛乳を凝固せず、好気性、サボテン (<i>Carnegiea gigantea</i>) に発病しニンジンを侵さない。 | インドールを産生す、硝酸塩を還元せず、最適発育温度20°C、綿の萎凋性細菌病を起こす。 | インドールを産生す、硝酸塩を還元せず、甘蔗 (<i>Saccharum officinarum</i>) の斑点性細菌病を起こす。 | 包莖を生ず、鞭毛を有せず、ゼラチンを液化せず、インドールを産生す、硫化水素を産生せず、澱粉を加水分解する、トウモロコシの茎に発病する。 | ゼラチンを液化せず、ベクチンを利用せず、 <i>Ulmus</i> 属の樹幹に発病する。 | 包莖を生ず、培養集落は橙黄色に発色する、澱粉を加水分解する、キシロース、ラムノースから酸を産生せず、パイナップル及び甘蔗から分離され、パイナップルの褐腐性細菌病を起こす。 | 硫化水素を生ぜず、果糖、キシロース、グリセリンから酸を産生する、澱粉を加水分解する、グリヤの軟腐性細菌病を起こす。 | インドールを産生す、硫化水素を産生せず、乳糖、グリセリンで発育しない。コロン液に発育し、ウシンスキー液に発育しない。アフリカでマンゴ (<i>mangifera indica</i>) に発病する。 | 明瞭な包莖を生ず、グラム陽性 (グラム陰性 (DOWSON))、インドールを良く発育す、乳糖、グリセリンから酸を産生せず、レモン、オレンジ類に。 | ゼラチンを液化せず、硫化水素を産生せず、コーン液に良く発育す、培養基に紅色の色素を産生す、カゼインを凝固せず、大黃の腐敗病を起こす。 | カゼインを凝固せず、インドールを産生す、硝酸塩を還元せず、好気性、スイートピーの糸斑性細菌病を起こす。 | グラム陽性、インドールを産生す、糖培地を褐変する、ユリの立枯病を起こす。 |

根拠地方におけるルタバガ白腐病に関する試験

種類はきわめて少数であり、かつスライスのみに対する接種試験であるので、この成績だけで供試菌株の寄主範囲を云々することはもちろん不可能であるが、少なくとも感染しうる可能性のある植物の少なくないことを示している。さらに対象菌として用いた *Erwinia aroideae* (B・A・2) および *E. carotovora* (B・A・2) の両菌がルタバガの根部スライスに対して白腐病菌と同様に腐敗せしめうることを認められた。

(3) 同 定

植物病原細菌の分類方式として現今採用されているものには、MIGULA (1895~1900)¹²⁾ LEHMANN-NEUMANN (1896)⁹⁾、SMITH (1905)¹⁰⁾、BERGEY (1923~1935)¹¹⁾、DOWSON (1939)¹⁾ らの諸氏が提案したものがあつて完全なものではない。これは細菌の複雑な性状よりみてむしろ当然な帰結であらう。従来、わが国の植物病理学において用いられていた分類は SMITH の方式によるものが多かつた。氏の分類方式は大體 MIGULA の形式によつたものである。しかし SMITH は MIGULA の *Pseudomonas* を *Bacterium* にあて、無毛菌には *Aplanobacter* の新属名を与えているが、これは細菌学者の歓迎を受けず、植物病理学者以外には余り採用されていない。BERGEY (1948)¹⁷⁾ の提案した方式は細菌の形態以外に、生理的性質ことに寄生性に重点をおいて細菌の分類をおこなつたものであり、アメリカの細菌学者協会の賛同を得て、一般細菌の分類にも採用されるにいたつた結果、次第にアメリカおよびわが国の植物病理学者間にも用いる者が増加している。それゆゑ筆者もルタバガ白腐病原細菌の同定に BERGEY の方式を採用することにした。

BERGEY の方式にしたがえば、ルタバガ白腐病の病原細菌はいずれも *Enterobacteriaceae* の *Erwinia* 属に含まれる。しかし、*Erwinia* 属は BERGEY の分類によるとその病原性にもとづいて、*E. amylovora* を代表菌種とする乾腐、萎凋などの病徴を示すグループと、軟腐の病徴を示すグループに分けられている。本病病原細菌はその病徴から判断して、あきらかに後者のグループ

に属するものと思われる。このグループには16種の細菌が記載されているので、本病病原細菌の諸性質とこれら細菌の性質とを比較検討する必要がある。これら16種のうち第6表に掲げた12種は表に記載したように、本病病原細菌とは寄生性のみならずその生理的諸性質にも差異がみられるのであきらかに別種のもつと判定される。

その他の4種の細菌 *Erwinia carotovora*, *E. aroideae*, *E. betivora* および *E. atroseptica* の諸性質は本病病原細菌に類似した点が多い。このうち、*E. betivora* (TAKIMOTO) MAGROU. は甜菜の腐敗病菌であるが、人為接種試験によるとルタバガ白腐病の病原細菌と同じくニンジン、ダイコン、馬鈴薯塊茎およびトマトの果実を侵すことが認められている。しかし、この細菌はインドールを産生し、菌体がときに線状になる点でルタバガ白腐病の病原細菌とはあきらかに異なり、両者は別種であると思われる。次に *E. atroseptica* (van HALL) JENNISON は馬鈴薯の塊茎および茎部を黒色水浸状に腐敗せしめて、黒脚の病状を呈せしめるものであるが、その生理的性質において硫化水素を産生しないこととグリセリンから酸を生じないことがルタバガ白腐病の病原細菌と僅かに異なるのみで、その他の性質はこれと全く類似している。しかし、*E. atroseptica* については従来その種名に異論が多く、これを独立種として取り扱うことなく、後述するように *E. aroideae* あるいは *E. carotovora* と同一種と認めるものがあるので、本病病原細菌との異同を上記の培養性質の差異および馬鈴薯における黒脚の症状の有無のみで決定することは避けておく。

E. carotovora (JONES) HOLLAND と *E. aroideae* (TOWNSEND) HOLLAND についてであるが、この両菌はニンジン、ダイコン、キャベツ、セルリー、キウリ、ナス、イチハツ、メロン、タマネギ、馬鈴薯、トマト、カブなどの広範囲の植物を侵してほとんど同様の病状を呈せしめることが知られ、さらに糖類の酸酵能以外の性質も概ね類似している。今この両菌種および本病病原細菌の諸性質の概要を比較すると第7表のとおりである。すなわち、両菌種および本病病原細菌株の形態的性質と

第 5 表 病原細菌のルタバガ及

| 菌株 番号 | ルタバガの根部スライス | | 馬鈴薯の塊茎スライス | | ニンシ | |
|----------|--------------|------------------|--------------|---------------------|-----|---|
| | 強度 | スライスの変化 | 強度 | スライスの変化 | 強度 | |
| B- 36 | 強 | クリーム色水浸状に軟化, 臭気強 | 強 | 白色に軟化, 臭気強 | 稍弱 | 軟 |
| B- 40 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 稍強 | 軟 |
| B- 44 | 稍強 | 淡褐色水浸状に軟化, 臭気稍強 | 稍強 | 表面黒色, 内部白色に軟化, 臭気稍強 | 〃 | |
| B- 47 | 強 | クリーム色水浸状に軟化, 〃 | 強 | 白色に軟化, 臭気強 | 〃 | 軟 |
| B- 48 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 軟 |
| B- 53 | 稍強 | 淡褐色水浸状に軟化, 臭気稍弱 | 稍強 | 表面黒色, 内部白色に軟化, 臭気稍弱 | 〃 | |
| B- 54 | 強 | クリーム色水浸状に軟化, 臭気強 | 強 | 白色に軟化, 臭気強 | 〃 | |
| B- 73 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 強 | 軟 |
| B- 74 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | |
| B- 75 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | |
| B- 80 | 〃 | 餡色水浸状に軟化, 臭気強 | 〃 | 淡黄白色に軟化, 臭気強 | 〃 | |
| B- 81 | 〃 | 〃 | 〃 | 白色に軟化, 〃 | 〃 | |
| B- 82 | 〃 | クリーム色水浸状に軟化, 臭気強 | 〃 | 〃 | 稍強 | 軟 |
| B- 83 | 稍強 | 淡褐色水浸状に軟化, 臭気稍弱 | 稍強 | 白色に局部的に軟化, 臭気稍弱 | 〃 | |
| B- 84 | 強 | クリーム色水浸状に軟化, 臭気強 | 強 | 白色に軟化, 臭気強 | 〃 | |
| B- 85 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | |
| B- 90 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 強 | 軟 |
| B- 91 | 稍強 | 淡褐色水浸状に軟化, 臭気稍強 | 稍強 | 〃 | 弱 | 軟 |
| B- 93 | 強 | クリーム色水浸状に軟化, 臭気強 | 強 | 白色に軟化, 臭気強 | 稍強 | 軟 |
| B- 94 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 軟 |
| B- 96 | 〃 | 〃 | 稍強 | 〃 | 〃 | 軟 |
| B- 99 | 稍強 | 淡褐色水浸状に軟化, 臭気弱 | 〃 | 白色に軟化, 臭気弱 | 弱 | 軟 |
| B-100 | 強 | クリーム色水浸状に軟化, 臭気強 | 強 | 〃 | 稍強 | 軟 |
| B-101 | 稍強 | 淡褐色水浸状に軟化, 臭気稍弱 | 稍強 | 表面黒色, 内部白色に軟化, 臭気弱 | 弱 | 軟 |
| B-106 | 強 | クリーム色水浸状に軟化, 臭気強 | 強 | 白色に軟化, 臭気強 | 稍強 | 軟 |
| B-129 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 強 | 軟 |
| BA 2 | 稍弱 | 黒褐色に局部的に軟化, 臭気弱 | 強 | 白色に軟化, 臭気稍強 | 弱 | 軟 |
| BC 2 | 強 | クリーム色水浸状に軟化, 臭気強 | 〃 | 〃 | 稍強 | 軟 |
| 無接種 | 無 | 変化を認めず | 無 | 表面稍淡褐色となるも, 内部変化なし | 無 | |
| 注 | 30°C 36時間後観察 | | 30°C 36時間後観察 | | 30 | |

蔬菜類のスライスに対する病原性

| ダイコンの根部スライス | | キャベツの葉柄部スライス | |
|---------------|----|------------------|--------------|
| スライスの変化 | 強度 | スライスの変化 | 強度 |
| 化, 臭気ともに弱 | 稍強 | 淡褐色水没状に軟化, 臭気弱 | 強 |
| 化, 臭気ともに稍強 | 〃 | 〃 | 稍強 |
| 〃 | 弱 | 白色透明水没状に軟化, 臭気弱 | 〃 |
| 色水没状に軟化, 臭気弱 | 稍強 | 〃 臭気稍強 | 〃 |
| 化, 臭気ともに稍強 | 強 | 淡黄白色水没状に軟化, 臭気強 | 強 |
| 〃 | 稍弱 | 淡褐色水没状に軟化, 臭気弱 | 稍強 |
| 〃 | 強 | 灰白色水没状に軟化, 臭気強 | 強 |
| 色水没状に軟化, 臭気稍強 | 稍強 | 〃 臭気稍弱 | 〃 |
| 〃 | 〃 | 〃 | 〃 |
| 〃 | 強 | 黄白色水没状に軟化, 臭気強 | 稍強 |
| 〃 | 〃 | 〃 | 強 |
| 〃 | 稍弱 | 淡褐色水没状に軟化, 臭気稍弱 | 〃 |
| 化, 臭気ともに稍強 | 〃 | 〃 | 稍強 |
| 〃 | 稍強 | 汚白色水没状に軟化, 臭気稍強 | 稍弱 |
| 〃 | 〃 | 〃 | 強 |
| 〃 | 稍弱 | 淡褐色水没状に軟化, 臭気稍弱 | 稍強 |
| 色水没状に軟化, 臭気稍強 | 稍強 | 〃 臭気稍強 | 〃 |
| 化, 臭気ともに弱 | 弱 | 〃 臭気弱 | 〃 |
| 化, 臭気ともに稍強 | 稍強 | 白色透明水没状に軟化, 臭気稍強 | 〃 |
| 色水没状に軟化, 臭気弱 | 強 | 〃 臭気強 | 強 |
| 〃 | 稍強 | 〃 臭気稍強 | 〃 |
| 化, 臭気ともに弱 | 弱 | 淡褐色水没状に軟化, 臭気弱 | 弱 |
| 化, 臭気ともに稍強 | 〃 | 白色透明水没状に軟化, 臭気弱 | 稍強 |
| 化, 臭気ともに弱 | 〃 | 〃 | 弱 |
| 色水没状に軟化, 臭気弱 | 稍強 | 〃 臭気強 | 強 |
| 色水没状に軟化, 臭気強 | 強 | 黄白色透明水没状に軟化, 臭気強 | 〃 |
| 化, 臭気ともに弱 | 弱 | 白色透明水没状に軟化, 臭気弱 | 弱 |
| 色水没状に軟化, 臭気稍弱 | 稍強 | 黄白色透明水没状に軟化, 臭気強 | 稍強 |
| 変化なし | 無 | 変化なし | 無 |
| 36時間後観察 | | 30°C 36時間後観察 | |
| | | | 30°C 36時間後観察 |

| 菌種及び菌株番号 | | <i>Erwinia aroideae</i> (TOWNSENT) HOLLAND | <i>Erwinia carotovora</i> (JONES) HOLLAND | B-44 ほか 10 |
|-------------|--|---|---|--|
| 形態的性質 | 形 態 | 短 桿 状 | 短 桿 状 | 短 桿 状 |
| | 菌 体 配 列 | 孤 在 又 は 対 鎖 | 孤 在 稀 に 連 鎖 | 孤 在 又 は 対 鎖 |
| 培 養 的 性 質 | ゼラチン | — | — | — |
| | ペプトン | — | — | — |
| 培 養 的 性 質 | 肉汁寒天 | 全円稀にアメーバ状、白色、湿光、細粒状の聚落 | 全円、灰白色、湿光、丘状の聚落 | 全円稀にアメーバ状、湿光、中高の聚落 |
| | 肉汁寒天斜面 | 白又は灰白色、湿光の菌層 | 灰白色、湿光、扁平の菌層 | 糸状、白色、湿光、丘状 |
| 培 養 的 性 質 | ゼラチン | 漏斗状に溶解 | 表面速く、深部遅く溶解、又溶解極めて遅い系統もある | 上下一様に噴火口状、漏斗状 |
| | ペプトン | 濁 濁 | 濁 濁、白色沈澱を生ず | 濁 濁、白色沈澱を生ず |
| 培 養 的 性 質 | ウシンスキー | 発 育 良 好 | 発 育 良 好 | 発 育 中 |
| | コーン液 | — | — | 全 く 発 育 |
| 培 養 的 性 質 | クエン酸ソーダ | 凝 固、酸 生 成、ペプトン 化 せ ず | 凝 固、酸 生 成、僅 かに ペプトン 化 す | 凝 固、酸 生 成、ペプトン 化 せ ず |
| | リトマス牛乳 | — | — | — |
| 生 理 的 性 質 | 硝酸塩の還元 | 亜硝酸塩を産生 | 亜硝酸塩を産生 | 亜硝酸塩を産生 |
| | 硫化水素の産生 | + | ± | + |
| 生 理 的 性 質 | インドールの産生 | — | — | — |
| | メチル・レッド試験 | — | + | + |
| 生 理 的 性 質 | Voges-Proskauer 反応 | + | — | — |
| | 澱粉の分解 | ± | — | — |
| 生 理 的 性 質 | 葡萄糖の醗酵* | A: + G: - | A: + G: + | A: + G: - |
| | 果糖の醗酵 | A: + G: - | A: + G: + | A: + G: - |
| 生 理 的 性 質 | マンニツトの醗酵 | A: + G: - | A: + G: + | A: + G: - |
| | ラムノースの醗酵 | A: + G: - | A: + G: + | A: + G: - |
| 生 理 的 性 質 | 麦芽糖の醗酵 | A: + G: - | A: + G: + | A: + G: - |
| | キシロースの醗酵 | A: + G: - | A: + G: + | A: + G: - |
| 生 理 的 性 質 | 乳糖の醗酵 | A: + G: - | A: + G: + | A: + G: - |
| | 蔗糖の醗酵 | A: + G: - | A: + G: + | A: + G: - |
| 生 理 的 性 質 | ラフィノースの醗酵 | A: + G: - | A: + G: + | A: + G: - |
| | グリセリンの醗酵 | A: + G: - | A: + G: - | A: + G: - |
| 生 理 的 性 質 | イヌリンの醗酵 | A: + G: - | A: - G: - | A: - G: - |
| | エチルアルコールの醗酵 | A: + G: - | A: + G: - | A: + G: - |
| そ の 他 の 性 質 | 最低発育温度 | 6°C | 4°C | 8°C以上 |
| | 最適発育温度 | 35°C | 25~30°C | 30±2°C |
| そ の 他 の 性 質 | 最高発育温度 | 41°C | 38~39°C | — |
| | 酸素との関係 | 通 性 嫌 気 性 | 通 性 嫌 気 性 | 通 性 嫌 気 性 |
| そ の 他 の 性 質 | 病原 | 馬鈴薯、ナス、ハナヤサイ、ダイコン、キウリ、キヤベツ、ボウフウ、カブ、トマト等 | ニンジン、キヤベツ、セルリー、キウリ、ナス、イチハツ、メロン、ヒヤシンス、タマネギ、ボウフウ、ハツカ、馬鈴薯、ダイコン、トマト、カブ等 | ルタバガ、馬鈴薯、ダイコン、キヤベツ等 |
| | 上掲菌株と同性質の菌株番号 | — | — | B-47, B-48, B-73, B-80, B-90, B-93, B-129, B・A・2 |
| 注 | <i>Erwinia aroideae</i> 及び <i>E. carotovora</i> の性質は BURROUGHS' manual of determinative bacteriology | | | |
| | * A: +は酸の産生を示し、A: -は酸を産生しないことを示す。また同様に、G: +はガス | | | |

第7表 病原細菌の性質と *Erwinia aroideae* 及び *E. carotovora* の性質との比較

| 菌株 | B-82 | B-36 ほか2菌株 | B-83 | B-100 |
|----------------|---|---|---|---|
| 連鎖性 | 短桿状 孤立又は対、稀に連鎖 周毛性 — — — | 短桿状 孤立又は対、稀に連鎖 周毛性 — — — | 短桿状 孤立又は対、稀に連鎖 周毛性 — — — | 短桿状 孤立又は対、稀に連鎖 周毛性 — — — |
| 色、湿の菌層 | 全円、白色、湿光、中高の聚落 糸状、白色、湿光、丘状の菌層 | 全円稀にアメーバ状、白色、湿光、中高の聚落 糸状、白色、湿光、丘状の菌層 | 全円、白色、湿光、中高の聚落 糸状、白色、湿光、丘状の菌層 | 全円、白色、湿光、中高の聚落 糸状、白色、湿光、丘状の菌層 |
| 発育 | 上下一様に発育 | 上下一様に発育 | 上下一様に発育 | 上下一様に発育 |
| 溶解 | 地層状に溶解 | 地層状、囊状に溶解 | 地層状に溶解 | 地層状に溶解 |
| 生ず | 潤濁、白色沈澱を生ず | 潤濁、白色沈澱を生ず | 潤濁、白色沈澱を生ず | 潤濁、白色沈澱を生ず |
| 膚 | 発育中膚 | 発育中膚 | 発育中膚 | 発育中膚 |
| と | 全く発育せず | 全く発育せず | 全く発育せず | 全く発育せず |
| 膚 | 発育中膚 | 発育中膚 | 発育中膚 | 発育中膚 |
| 化せず | 凝固、酸生成、ペプトン化せず | 凝固、酸生成、ペプトン化せず | 凝固、酸生成、ペプトン化せず | 凝固、酸生成、ペプトン化せず |
| 産生 | 亜硝酸塩を産生 — — + — — | 亜硝酸塩を産生 + — + + — | 亜硝酸塩を産生 — — + — — | 亜硝酸塩を産生 + — + — — |
| | A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - | A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - | A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - | A: + G: - A: + G: + A: + G: - A: + G: + A: + G: - A: + G: + A: + G: + A: + G: - A: + G: + A: + G: - A: + G: + A: + G: - A: + G: - A: + G: - A: + G: - |
| | 8°C以上 30±2°C | 8°C以上 30±2°C | 8°C以上 30±2°C | 8°C以上 30±2°C |
| 性 | 通性嫌気性 ルタバガ、馬鈴薯、ニンジン、 ダイコン、キャベツ等 | 通性嫌気性 ルタバガ、馬鈴薯、ニンジン、 ダイコン、キャベツ等 | 通性嫌気性 ルタバガ、馬鈴薯、ニンジン、 ダイコン、キャベツ等 | 通性嫌気性 ルタバガ、馬鈴薯、ニンジン、 ダイコン、キャベツ等 |
| 1-75, 1-94, | | B-74, B-81 | | |

gy 6th edition (1948) の記載による。

発生を示し、G: -はガスを発生しないことを示す。

| B-85 | B-40 ほか2菌株 | B-53 ほか菌2株 | B-54 ほか菌3株 |
|---|---|---|---|
| 短桿状 孤在又は対, 稀に連鎖性 周毛 — — — | 短桿状 孤在又は対, 稀に連鎖性 周毛 — — — | 短桿状 孤在又は対, 稀に連鎖性 周毛 — — — | 短桿状 孤在又は対, 稀に連鎖性 周毛 — — — |
| 全円, 白色, 湿光, 中高の聚落 糸状, 白色, 湿光, 丘状の菌層 上下一様に発育 地層状に溶解 潤潤, 白色沈澱を生ず 発育中庸 全く発育せず 発育中庸 凝固, 酸生成, ペプトン化せず | 全円, 白色, 湿光, 中高の聚落 糸状, 白色, 湿光, 丘状の菌層 上下一様に発育 地層状に溶解 潤潤, 白色沈澱を生ず 発育中庸 全く発育せず 発育中庸 凝固, 酸生成, ペプトン化せず | 全円, 白色, 湿光, 中高の聚落 糸状, 白色, 湿光, 丘状の菌層 上下一様に発育 地層状に溶解 潤潤, 白色沈澱を生ず 発育中庸 全く発育せず 発育中庸 凝固, 酸生成, ペプトン化せず | 全円, 白色, 湿光, 中高の聚落 糸状, 白色, 湿光, 丘状の菌層 上下一様に発育 地層状に溶解 潤潤, 白色沈澱を生ず 発育中庸 全く発育せず 発育中庸 凝固, 酸生成, ペプトン化せず |
| 亜硝酸塩を産生 + — + — — A:+ G:— A:+ G:+ A:+ G:+ A:+ G:+ A:+ G:— A:+ G:+ A:+ G:— A:+ G:+ A:+ G:— A:+ G:+ A:+ G:— A:— G:— A:+ G:— | 亜硝酸塩を産生 + — + — — A:+ G:— A:+ G:+ A:+ G:+ A:+ G:+ A:+ G:— A:+ G:+ A:+ G:— A:+ G:+ A:+ G:— A:+ G:+ A:+ G:— A:— G:— A:+ G:— | 亜硝酸塩を産生 + — + — — A:+ G:— A:+ G:+ A:+ G:+ A:+ G:+ A:+ G:— A:+ G:+ A:+ G:— A:+ G:+ A:+ G:— A:+ G:+ A:+ G:— A:— G:— A:+ G:— | 亜硝酸塩を産生 + — + — — A:+ G:+ A:+ G:+ A:+ G:+ A:+ G:+ A:+ G:— A:+ G:+ A:+ G:+ A:+ G:+ A:+ G:— A:+ G:+ A:+ G:— A:— G:— A:+ G:— |
| 8°C以上 30±2°C 通性嫌気性 ルタバガ, 馬鈴薯, ニンジン, ダイコン, キヤベツ等 | 8°C以上 30±2°C 通性嫌気性 ルタバガ, 馬鈴薯, ニンジン, ダイコン, キヤベツ等 B-84, B-96 | 8°C以上 30±2°C 通性嫌気性 ルタバガ, 馬鈴薯, ニンジン, ダイコン, キヤベツ等 | 8°C以上 30±2°C 通性嫌気性 ルタバガ, 馬鈴薯, ニンジン, ダイコン, キヤベツ等 B-91, B-99, B-C-2 |

培養的性質の間には顕著な差異が認められないのであるが、生理的性質特に糖類の醗酵能においては種々の差異がみられる。*E. aroideae* は各種の糖類から酸を産生するが、全くガスを発生しない。これに反して *E. carotovora* はグリセリン、エチルアルコールからはガスの発生をみないが、他の8種の糖からはいずれも酸を産生しガスを発生する。本病病原細菌菌株を糖醗酵能にもとづいて類別すると、酸のみを産生して全くガスの発生をみない *aroideae* タイプのものと、各種の糖から酸およびガスを生ずる *carotovora* タイプのものと、このほか糖の種類によつてはガスを発生する両タイプの間期的な性質と考えられる5つのタイプのものとに分けられる。

供試菌株間における差異は硫化水素の産生においてB-82, B-83の2菌に全く生成をみられず、ブセチルメチルカロビノールの産生がB-36, B-74およびB-81の3菌に認められたが、硫化水素の産生は *E. carotovora* の場合は産生しないかまたは僅かに産生するものであるから同定上の大きな標識とはなり得ないと思われる。また、VOGES-PROSKAUER 反応を *E. aroideae* と *E. carotovora* の分類の基準に用いたのは WALDEE (1945)²³⁾ であるが、両菌の性質上の最も大きな差異は糖代謝能の差異であり、これを基準とした BIRKINSHOW et al. (1931)²⁾ および HINGORANC, ADDY (1953)⁹⁾ の見解の方が妥当のように思われる。これらの点を考慮において本病病原細菌を検討すると、病原性、発育温度およびその他の生理的性質において、ほぼ *Erwinia aroideae* (TOWNS.) HOLLAND に類似するもの、*Erwinia carotovora* (JONES) HOLLAND に類似するものおよび両者の中間性の3系統が含まれているように認められる。なお、本試験に比較用に供試したB.A. 2菌 (馬鈴薯より分離し、*E. aroideae* と同定されたもの) およびB.C. 2菌 (白菜より分離し、*E. carotovora* と同定されたもの) も同様にルタバガを侵して白腐病症状を呈せしめるものであり、また、ルタバガから分離された菌株のうちには上記のB.A. 2菌、B.C. 2菌と同様の性質を有しているものがある。このことは本病病原細菌を *E. aroideae* あるいは *E.*

carotovora という単一種として簡単に取り扱うべきでないことを示しているともいえる。

元来、蔬菜類の腐敗性病原菌である *Erwinia carotovora*, *E. aroideae* および *E. atroseptica* の異同に関しては種々の論議があり、現在においても必ずしも統一された見解が下されていない。すなわち、BIRKINSHOW et al. (1931)²⁾ は糖類の代謝能の異同により、また LINK, TALIAFERRO (1928)¹¹⁾ および ERLORD (1942)²⁰⁾ は血清反応によつて *E. aroideae* と *E. carotovora* を区別しており、また *E. carotovora* と *E. atroseptica* に関して LEACH (1930)¹⁰⁾ は *E. atroseptica* を *E. carotovora* の1系統菌とみなし、HINGORANC, ADDY (1953)⁹⁾ は糖醗酵能と病原性の差異により両菌を区別している。しかし、滝元 (1927)¹⁹⁾ は同一学名を有していても培養基上の性質は常に同一であるとは限らず、多少の差異を示すことを報じ、さらに同氏 (1951)²⁰⁾ はこれら蔬菜類の腐敗性病原細菌には *E. aroideae* と *E. carotovora* との間期的な生理的性質を示す多くの系統が存在するので、両菌の間に明瞭な一線を引くことは困難であると述べている。すなわち、滝元氏らの見解はこの両菌を一連の系統菌であると解釈するものと思われる。したがつて本試験に供試したルタバガ白腐病の病原細菌をいずれの菌種に属させるべきであるかは蔬菜類腐敗性病原細菌の分類が確立するのを待たねば決定し得ない。

しかし前述のとおり POTTER¹⁶⁾ によつて分離されたカブの白腐病病原菌 *Pseudomonas destructans* および PRIESTLY, LECHMER¹⁵⁾ らによつてルタバガから分離された *Bacillus oleraceae* の両菌は BERGEY の分類によればいずれも *Erwinia carotovora* の異名として取り扱われており、なお *E. carotovora* は *Bacillus carotovorus* として1901年に JONES⁸⁾ によつて、また *E. aroideae* は *B. aroideae* として1904年に TOWNSEND²¹⁾ によつて最初に命名されたものであることを考慮して、ルタバガ白腐病の病原細菌は *Erwinia carotovora* (JONES) HOLLAND に属する一連の細菌であると同定することが現在最も妥当であろう。

なお、白腐病病原細菌の系統に関しては、今後

さらに各種作物の腐敗性病原細菌も含めて検討を加える必要があると思われる。

V 病原細菌の血清反応

蔬菜類の収腐性腐敗病の病原細菌を血清反応によつて類別しようとする試みは、LINK, TALIAFERRS (1928)¹¹⁾ ORTON, STANLEY (1933)¹²⁾ および ERLORD (1942)⁹⁾ などによつておこなわれ、LINK, TALIAFERRS は凝集反応により *Bacillus aroideae* および *B. carotovorus* を *Bacterium campestre*, *Bac. tumefaciens* および *Bact. mediocarinis* var. *phaseolicola* などから区別することができ、さらに *B. aroideae* と *B. carotovorus* とはかなり密接な関係があるが、判別することができたと述べている。しかし、ORTON, STANLEY は *B. aroideae*, *B. carotovorus* および *B. phytophthorus* の血清反応を調べた結果、これらは *Bacillus coli* グループの変異菌のようであつて、別種の菌とは考えられないと述べている。

前述したように、ルタバガ白腐病の病原細菌は *Erwinia carotovora* に属するとはいえ、その生理的性質にはかなりの変異があることが認められた。それゆゑ、筆者はこれら細菌の血清反応における性状を調べ、その異同について検討した。

(1) 実験方法および材料

A 免疫血清の作製

免疫血清作製のために使用した動物体は、健康と判定される体重2,500g位の家兎を選び、各抗原に対して1羽ずつ供試した。抗原としては前述のB-75, B-100, B.A.2およびB.C.2の4菌株を選び、これらは予めR相型の聚落を含まないことを確認した後、肉汁寒天斜面培地に30°Cで24時間培養し、その菌体を無菌生理食塩水に懸濁せしめ、第8表に示したように9回の注射をおこなつて凝集素価を高め、最終注射後5日目に全採血した。採血した血液は常法により血清を分離採取し、これを56°Cの温水中で30分間加温して非働化した後、0.5%の割合に石炭酸を加え、ゴム栓で密封して氷室に保存した。

第8表 免疫血清作製の抗原注射

| 注射回数 | 間隔日数 | 菌 態 | 注 射 量 | 注 射 方 法 |
|------|------|------|--------|---------|
| 第1回目 | | 死 菌* | 0.5mg | 皮下注射 |
| 第2回目 | 2 日 | 死 菌 | 〃 | 静脈注射 |
| 第3回目 | 2 日 | 生 菌 | 〃 | 〃 |
| 第4回目 | 3 日 | 〃 | 1.0mg | 〃 |
| 第5回目 | 3 日 | 〃 | 2.0mg | 〃 |
| 第6回目 | 3 日 | 〃 | 4.0mg | 〃 |
| 第7回目 | 5 日 | 〃 | 8.0mg | 〃 |
| 第8回目 | 5 日 | 〃 | 12.0mg | 〃 |
| 第9回目 | 3 日 | 〃 | 20.0mg | 〃 |

注 * 死菌は菌体懸濁液を55°Cの温水中に10分間加温して死滅せしめた

B 凝集素価の判定

試験管内凝集反応試験における凝集素価の判定は、生理食塩水によつて段階的所定濃度に稀釈した血清液1c.c.中へ、1c.c.の生理食塩水に約5mgの割合に、菌体(肉汁寒天斜面培地に30°Cで24時間培養)を懸濁した菌液を1滴ずつ加え、30°Cに2時間保つた後、1夜氷室に放置して菌体の凝集状態を調べた。凝集状態は肉眼をもつてあきらかに凝集が認められるものを+以上とし、ルーベにて判定しうるものを±、全く凝集の認め難いものを-として表わした。

C スライドグラス凝集反応の判定

清浄なスライドグラス上に10倍に稀釈した免疫血清1滴と生理食塩水1滴とを採り、これに被検菌の少量を白金線にてまぜ合わせ、2~3分間後における凝集状態を肉眼をもつて比較観察して+、-を判定した。

(2) 実験結果

A 供試血清の抗体価

前述の方法で採取した血清は他菌株に対する凝集素価を比較するためには、各々その抗原に対して、できるだけ高い抗体価を有することが望ましいわけである。第9表は各々の抗原に対する供試血清の抗体価を示したものであるが、B.C.2菌を抗原とした血清(S-Cと略記)は25,600倍以上の、B.A.2菌を抗原とした血清(S-Aと略記)も25,600倍以上の、B-75菌を抗原とした血清(S-75と略記)は約32,768倍の、またB100菌を抗原とした血清(S-100と略記)は約16,384倍

第11表 供試血清と抗原細菌相互間の凝集反応

| 血清 | 凝集原 | 血清稀釈倍率 | | | | | | | | | | | | 生理食塩水 | |
|-------|-------|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-------|---|
| | | 1 | 2 | 4 | 8 | 16 | 20 | 32 | 40 | 80 | 160 | 320 | 640 | | |
| S-A | B·A·2 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | — |
| | B·C·2 | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | + | + | + | + | + | + | + | + | — |
| | B-75 | ++ | + | + | + | ± | ± | ± | — | — | — | — | — | — | — |
| | B-100 | ++ | ++ | + | + | + | + | + | ± | — | — | — | — | — | — |
| S-C | B·A·2 | + | + | + | ± | ± | ± | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | B·C·2 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | — |
| | B-75 | + | + | ++ | ++ | + | + | + | ± | ± | ± | ± | — | — | — |
| | B-100 | + | + | ++ | ++ | + | + | + | ± | — | — | — | — | — | — |
| S-75 | B·A·2 | + | ++ | ++ | + | + | + | ± | ± | ± | — | — | — | — | — |
| | B·C·2 | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | + | + | + | + | + | ± | — | — |
| | B-75 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | — |
| | B-100 | ++ | ++ | ++ | + | + | + | ± | ± | ± | ± | — | — | — | — |
| S-100 | B·A·2 | + | ++ | ++ | + | + | + | + | + | + | ± | ± | ± | — | — |
| | B·C·2 | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | + | + | + | + | — |
| | B-75 | + | + | ++ | + | ± | ± | ± | ± | ± | — | — | — | — | — |
| | B-100 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | — |

第12表 カステラーニ吸収試験

| | | 凝集原 | | | | 血清稀釈倍率 | | | |
|-------|-------|-------|-------|------|-------|--------|----|---|----|
| | | B·A·2 | B·C·2 | B-75 | B-100 | | | | |
| 源血清 | 吸収凝集原 | 8 | 16 | 8 | 16 | 8 | 16 | 8 | 16 |
| S-A | B·C·2 | 卅 | 卅 | — | — | + | ± | + | + |
| S-A | B-75 | 卅 | 卅 | ++ | ++ | — | — | + | ± |
| S-A | B-100 | 卅 | 卅 | ++ | ++ | + | ± | — | — |
| S-C | B·A·2 | — | — | 卅 | 卅 | + | + | ± | — |
| S-C | B-75 | + | ± | 卅 | 卅 | — | — | ± | ± |
| S-C | B-100 | + | ± | 卅 | 卅 | + | + | — | — |
| S-75 | B·A·2 | — | — | ++ | + | 卅 | 卅 | + | + |
| S-75 | B·C·2 | + | + | — | — | 卅 | 卅 | + | + |
| S-75 | B-100 | + | ± | ++ | ++ | 卅 | 卅 | — | — |
| S-100 | B·A·2 | — | — | ++ | ++ | + | ± | 卅 | 卅 |
| S-100 | B·B·2 | ++ | ++ | — | — | + | ± | 卅 | 卅 |
| S-100 | B-75 | ++ | + | ++ | ++ | — | — | 卅 | 卅 |

充分加えて氷室に一夜保存し、翌日遠心沈澱した上澄を使用して各抗原細菌との凝集反応を試みたもので第12表にその結果を示した。この結果から、各血清は他の3菌株のいずれをもつて抗体の

吸収をせしめても、抗原細菌に対しては強い凝集反応を示すことが認められる。このことはこれら4菌株の主凝集原が互に独立した構造をもつものであり、共通したものでないことを示していると思われる。さらに、抗体吸収血清が吸収に使用した菌株以外の細菌に対しても微弱ながらも各々凝集を起しうることは、これらの副凝集原にも幾つかの互に共通しない構造をもつものが含まれていると考えられる。

(3) 考察

以上の3つの実験結果から、これらのルタバ白腐病の病原細菌菌株の主凝集原はB·A·2、B·C·2、B-75およびB-100の4菌株の主凝集原によつて代表されているようであり、かつ、これら4つの主凝集原を含む組合せによつて、病原細菌菌株は第13表のように11群に分けられる。

表からあきらかなように、このうちB-75によつて代表される主凝集原を有さない菌株は僅かにB-48、B-100、B·A·2およびB·C·2の4菌株のみであることから、この主凝集原が他の凝集原にくらべて共有性が広いようである。

第 13 表 凝集原によるルタバガ白腐病病原細菌菌株の類別

| 凝 集 原 の 組 合 せ | | | | 該 当 菌 株 番 号 | | | | | | | |
|---------------|-----|------|-------|-------------|------|------|-------|-------|------|------|--|
| S-A | S-C | S-75 | S-100 | B-40 | B-96 | | | | | | |
| S-A | S-C | S-75 | | B-91 | | | | | | | |
| | S-C | S-75 | S-100 | B-47 | B-54 | | | | | | |
| S-A | | S-75 | | B-85 | | | | | | | |
| | S-C | S-75 | | B-84 | | | | | | | |
| | S-C | | S-100 | B-48 | | | | | | | |
| | | S-75 | S-100 | B-36 | B-53 | B-73 | B-99 | B-101 | | | |
| S-A | | | | B・A・2 | | | | | | | |
| | S-C | | | B・C・2 | | | | | | | |
| | | S-75 | | B-44 | B-74 | B-75 | B-80 | B-81 | B-82 | B-83 | |
| | | | | B-90 | B-93 | B-94 | B-106 | B-129 | | | |
| | | | S-100 | B-100 | | | | | | | |

抗原として用いた4菌株間の凝集反応を比較すると、これらの主凝集原は互に他菌株によつて吸取されないことから、各々共通しない独自の構造を有するものようである。副凝集原は結果(C)から推察すると相互に共通したものと、共通しないものが存在するようで、きわめて複雑な構造のものと判断される。

以上のことから、これらのルタバガ白腐病の病原細菌菌株の血清学的性状は、主凝集原が4つまたはそれ以上存在し、さらに相互に共通した、または共通しない副凝集原をも有するものであり、複雑な関係をもつた類属菌であると考えられるがさらに検討を要する。

VI 論 議

根釧地方においてルタバガの生産を阻害するルタバガ白腐病は従来細菌性の病害と認められていたが、病原細菌の種名については検討されていなかった。外国においてルタバガを侵して腐敗症状をおこさせる細菌として古くから *Pseudomonas destructans*, *Bacillus oleraceae* 等が報告されていたが、これは最近 *Erwinia carotovora* または *E. aroideae* に統合されて用いられていることが多い。このことはルタバガを侵す細菌と白菜、キャベツ、馬鈴薯等の軟腐病の病原細菌とが同種であることを示しているものである。したがつて根釧地方におけるルタバガが白腐病の病原細菌がルタバガのみに寄生性を有する独特の細菌であるか

あるいは他の十字科作物およびその他の蔬菜類を侵す多犯性の共通の細菌であるのかを先ず決定しその種名を明かにしておく必要がある。それゆえ筆者は根釧地方の各地から蒐集したルタバガ白腐病罹病個体から病原の分離試験および分離菌のルタバガ根部のスライスに対する接種試験を施行した結果、ルタバガに対して病原性を有する細菌26菌株を得た。これらの細菌菌株はルタバガに対して寄生性を有するのみでなく、いずれもニンジン白菜、馬鈴薯等に対して病原性を有し、これらを腐敗させることが確かめられ、ルタバガ白腐病はルタバガのみを侵す特殊の細菌によるものでないことがあきらかとなつた。さらにこれらの細菌菌株について形態的性質、培養的性質および生理的性質等を精査したが、いずれも形態的性質および培養的性質はほとんど一致していた。しかし、その生理的性質特に糖類の酸酵能においては若干の異同のあることが見出された。すなわち、病原細菌菌株は糖類を分解して酸を産生しガスを発生しないものと酸を産生しガスも発生するものとの2群に大別された。なお、ガスを発生する菌株でも供試した糖の中の1、2の糖のみからガスを発生するに過ぎないものもあり、ガス発生菌株内にも種々の段階が存することを認められた。しかし、これらの菌株の発育温度および病原性等の諸性質においては、ほとんど異同が見出されなかつた。このような供試細菌菌株の諸性質と蔬菜類を軟化腐敗させる病原細菌として従来知られている約16

種の細菌の諸性質および寄生性を比較検討した結果、これらの菌株は *Erwinia carotovora* (JONES) HOLLAND および *E. aroideae* (TOWNSEND) HOLLAND の2種の細菌に最も類似することが認められた。すなわち、ルタバガ白腐病の病原細菌菌株のうち、糖類を分解して酸およびガスを産生するものは *E. carotovora* に、酸を産生するがガスを発生しないものは *E. aroideae* に該当するものと認められたが、前述のように供試細菌菌株のうちには糖の種類によつてはガスを発生し、あるいは発生しないという両菌の中間的性状を示すものが存在する。したがつて本病病原細菌は上記の2種または2種以上の細菌ということになる。

しかし、元来 *E. carotovora* と *E. aroideae* の2菌についてはこれを別種として取り扱うか、同種として取り扱うかについては異論が多いのである。最近では滝元^{19),20)} ORTON & STANLEY¹⁴⁾ 岡部¹⁵⁾ 等のように両者間に中間的性状を示すものが存在して両種を完全に区別することが困難であるとして同一種と認め、あるいは *E. aroideae* を *E. carotovora* のガスを発生しない系統菌として取り扱うものが多い傾向にある。筆者もこの見解に賛同し、ルタバガ白腐病の病原細菌は他の蔬菜類腐敗病細菌と同様に *Erwinia carotovora* (JONES) HOLLAND に属する系統菌を認めた。なお、これらの細菌の血清学的性状について調査した結果では、これらの抗原構造には少なくとも4種以上の構造を異にした主凝集原が存在し、さらに幾つかの互に共通したまたは共通しない副凝集原を有するようで、きわめて複雑な関係をもつ類属菌と想像された。

VII 摘 要

(1) 北海道根釧地方における酪農経営上のルタバガ栽培の必要性とルタバガ白腐病防除の重要性を述べ、本研究の目的をあきらかにした。

(2) 根釧地方におけるルタバガ白腐病の発生沿革について述べ、既往の研究を概括した。

(3) ルタバガ白腐病は一般に夏季に発生が多く根部組織が白色ないし褐色水浸状に腐敗して悪臭を放つ等の病状について記述した。

(4) ルタバガ罹病株から分離した細菌菌株のルタバガ根部組織に対する接種試験をおこない、ルタバガに病原性を有する細菌菌株の形態的性質培養的性質および生理的性質をあきらかにした。これらの細菌菌株は諸性質においてほとんど同一であつたが、糖類の醗酵能において差異が認められた。すなわち全菌株はいずれも供試した12種の糖およびアルコールから酸を産生したが、ガスの発生に関しては差異があり、ある菌株は全くガスを発生せず、ある菌株は8種の糖からガスを発生しある菌株は2, 3の糖のみからガスを発生した。

(5) これらの細菌菌株はルタバガの根部のみならず、ニンジン、馬鈴薯、ダイコンおよびキヤベツ等をも侵して腐敗させた。

(6) これらの細菌菌株の血清凝集反応を試験した結果から、これらは複雑な類属菌であると認められた。

(7) 以上の諸性質からみてルタバガ白腐病の病原細菌は *Erwinia carotovora* (JONES) HOLLAND の系統菌であると同定することが妥当と認められた。

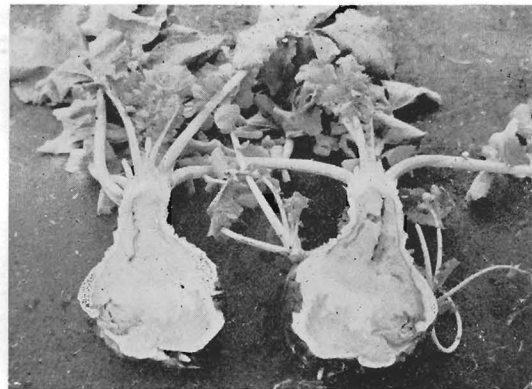
引用文献

- (1) BERGEY, D.H.: Manual of determinative bacteriology. 1923, 1925, 1930, 1935.
- (2) BIRKINSEW, J.H., J.H.V. CHARLES & P. W. CLUTTERBUCK: Studies in the biochemistry of microorganisms. XXI Quantitative examination by the carbon balance sheet method of the types of products formed from glucose by species of bacteria. Biochem. Jour., 25, 1522, 1931.
- (3) 伝染病研究所学友会: 細菌学実習提要. 東京, 1953
- (4) DOWSON, W.J.: On the systematic position and generic names of the GRAM-negative bacterial Plant Pathogens, Centralb. f. Bakt., Abt. 2, 177 1939.
- (5) ERLORD, R.P.: Biochemical and serological studies of the Erwinae. Abstr. Doct. Diss Ohio Univ. 36, 83, 1942.
- (6) HINGORANC, M.K. & S.K. ADDY: A comparative study of *Erwinia carotovora*, *Erwinia aroideae*, and *Erwinia atyoseptica*. Indian Phytopath. 5 (1952), 40, 1953. (Rev. appl. Myc. 33, 73, 1954.)
- (7) JONES, S.G.: A bacterial disease of turnips (*Brassica napus*). Journ. Agric. Sci. XII, pt. 2, 292, 1922.
- (8) JONES, L.R.: A soft rot of carrot and other

- vegetables caused by *Bacillus carotovorus* JONES. Vermont Agr. Exp. Sta. Report, 13, 299, 1901.
- (9) LEHMANN, K.B. & R. NEUMANN : Bakteriologische Diagnostik 1896, Atlas und Grundriss der Bakteriologie. 1896.
- (10) LEACH, J.G. : The identity of the potato black leg pathogene. Phytopath. 20, 743, 1930.
- (11) LINK, G. K. K. & W.H. TALLAPERRO : Further agglutination tests with bacterial plant pathogens. II. Soft-rot group : *Bacillus aroideae* and *B. carotovorus*. Bot. Gaz. 85, 198, 1928.
- (12) MIGULA, W. : System der Bakterien 1895-1900.
- (13) 岡部徳夫 : 植物細菌病学 東京, 1949.
- (14) ORTON, C.R. & A.R. STANLEY : Serum-agglutination studies with soft rot bacteria. Phytopath. 23, 27, 1933.
- (15) PRIESTLEY, J.H. & A.E. LECHMERE : A bacterial disease of swedes. Journ. Agr. Sci. 3, 390, 1910.
- (16) POTTER, M.C. : On a bacterial disease of the turnip (*Brassica napus*). Proc. Roy. Soc. London, 67, 422, 1901.
- (17) ROBERT, S.B., E.G.D. MURRAY & A.P. HITCHENS : BERGEY'S manual of determinative bacteriology. 6th Ed., 1948.
- (18) SMITH, E.F. : Bacteria in relation to plant diseases, I. 1905,
- (19) 滝元清透 : 馬鈴薯, 蕃茄, 甘藍, 蒟蒻其他野菜及花卉類の腐敗病に関する研究。農業及園芸 2, 843 及 967, 1927.
- (20) — : 本邦における作物の軟腐病菌に関する研究 (II) 病原菌の生理的性質。植物病害研究 4, 178, 1951.
- (21) TOWNSEND, C. O. : A soft rot of calla lily. U.S. Dept. Agr., B.P.I. Bul. 60, 47, 1904.
- (22) Twenty sixth annual report of the department of scientific and industrial research, Newzealand, 1952, Rev. Appl. myc. 33, 139, 1954.
- (23) WALDEE, E.L. : Comparative studies of some peritrichus phytopathogenic bacteria. Iowa Stat. Col. Journ. Sci. 19, 435, 1945.
- (24) WHITEHEAD, T. : The effects of varying the distance to which swedes are singled. Welsh Journ. Agr. 11, 228, 1935.
- (25) WORMALD, H. & R. V. HARRIS : Note on the bacterial soft rot of turnips. Ann. Appl. Biol. 12, 326, 1925.



1. ルタバガ白腐病罹病株の外観



2. ルタバガ白腐病罹病株の根部組織の腐敗症状