

資 料

植物のウイルス病

遠藤保太郎

I. 緒 言

植物のウイルス病 (Virus disease) は近來植物病理學界に於て最も興味ある重要な病害として盛んに研究されつつある者である。その病徴は、寄主植物の種類によりて必ずしも一様ではなく、葉面に黄色の斑點を表すものを普通とするが、又莖葉の萎縮を起し或は過度生長をなす事もあり、葉片は水平の位置をとらずして殆ど直立の向きをとることもある、又莖の節間が著しく短縮して葉が一個所に簇生したり、葉片が卷縮黄變したり、葉脈に赤色を帯びたりする。

かやうに病徴が雑多であるために、外観のみでは果してウイルス病であるかどうか鑑定するに困難を感ずることが尠くない。

病原に就ては、多くの學者の探究の結果、或程度まで明にされて居り、ウイルス (Virus) なるものは、超顯微鏡的の微細なる粒子であつて、現今の最高率の顯微鏡を以てするも見ることが出来ないのみならず、細菌類の通過を許さないやうな濾過器を自由に通過する性質がある。これ等の事實から推してウイルスの粒子は、細菌の凡そ $\frac{1}{40}$ 位の大きさであらうと察せられてゐる。

尙ウイルスは恰も細菌の如く傳染性を有し、寄主の体中に於て蕃殖する能力がある。而して既知のウイルスは何れも、活物寄生をなすもので生の組織にのみ蕃殖し、人工培養基などには發生し得ないものである。

大体以上のやうな性状を有するものであるが、しかしウイルス其物が生物であるか無生物であるか或はその中間性のものか、未だ判然たる解決を下し得る迄には研究が進んでゐない。

研 究 史

1757年にマックスウエルと呼ぶ英國の農夫が、馬鈴薯を毎年同一圃地に連作すると次第に生産力を遞減し退化することを認め、種薯は新開地若くは全く風土の異なる處で作つたものを用ゐなくてはならぬと説いた。1764年には馬鈴薯の葉の卷縮する病害は薯の退化と密接の關係あることが知れたが、其病原に就ては全く不明であつた。かやうに當時單に退化 (Degeneration) と考へて居つた現象は、實はウイルス病の連續的傳染によるものであつて、今日の智識によれば、種薯の嚴選さへ行へば、その病害を完全に防除し得べきものである。

ウイルス病に關する意識的の研究は、現世紀の初め頃からであつて、1899年和蘭の細菌學者バイエリック (Beijerinck) 氏が煙草の斑葉病 (Mosaic) に就て實驗したのが嚆矢である。彼は研究の結果、この病害に細菌類の全く無關係であること、罹病株より採集したる液汁は細菌濾過器を通過すること、この液汁を健株に接種する時はやがて發病すること等の驚くべき事實を發見した。而して細菌濾過器を通過する事から、彼は其病原を液体であると推定し、又寄主植物体中に傳染蔓延する性質から生命を有するものと考へ、'Contagium vivum fluidum' 即ち

生命を有する傳染性液汁と名づけた。

然るに其後イワノウスキー (Iwanowsky) 氏は細胞學的研究によつて、病斑部の細胞中に空胞を含める奇異なる小塊を發見し (之は X-body と呼ばれるものである) 且つウイルス濾液と墨汁との凝固寒天に對する擴散性を比較して、彼はウイルスの液体説を否定し粒子説を樹立した。

其後更にアラード (Allard) 氏はウイルスの熱に對する抵抗力等に就て精密なる實驗をなしかくして漸く多くの學者の注意を惹くに及びウイルス病に關する研究報告が続々として學界に現はれて來るやうになつた。

筆者は嘗て外國留學中、1924年の初夏、北米 Madison 市の Wisconsin 大學に於て植物病理學教室附屬の溫室内にタバコの Mosaic に就て隨分大規模の實驗の行はれてゐるのを見學し翌年佛國巴里の中央病蟲害研究所長の Foex 博士が矢張りタバコの Mosaic に就て學界で講演されたのを拜聴した事がある。

わが國では台北帝國大學の松本教授、大原農業研究所の笠井技師等の研究があり又福士博士が五六年前鳥取高等農業學校で稻、桑等の萎縮病をウイルスの疑を以て實驗されてゐるのを筆者は直接見せて頂いたことがある。其後岡山農事試験場の錫形、松本兩技師は桑の萎縮病は某種のヨコバヒの媒介によりて傳染するウイルス病であると日本農學會の學術講演會に於て聲明され、最近 (昭和九年 11 月) 長野縣蠶業試験場の酒井純氏は「桑樹萎縮病の傳染に關する一知見」と題して日本蠶絲學會學術講演會に於て其實驗成績を發表された。

筆者は昭和五年四月上旬、千葉縣技師高島秀男氏から同縣安房郡西條村花房若月直、刈込義一兩氏所有桑園に發生せる斑葉病の生標本數株の送附を受け、實驗室の附近に植付けて觀察を繼續したが、惜しいことには其年の冬寒さの爲に枯死して了つたが、その病徴は普通の萎縮病と異り、寧ろ Abutilon の傳染性斑入に似通つたもので、ウイルスの疑は充分に有つたものである。

尙長野縣下伊那郡に於て數年前から注意されて居る「桑樹不發芽病」なるものは、春季に起り枝條より發生する新芽が悉く萎黄病の如き状態を呈して生長不能に陥る奇病であり、其病原は特殊養分の欠乏の如き生理的障礙に基くものであるかも知れないが、一面に於て矢張りウイルス病の疑を以て研究を進めて見る必要があらうと思はれる。

かやうな事情で、桑樹病理の方面から見て、植物のウイルス病とは如何なるものか又其性狀の研究法等に就て、此際一通りの智識を得て置く必要があらうから、茲に最近出版されたグリーンジャ氏の著書 (John Grainger: Virus Diseases of Plants.) を基礎にして其概要を記述することとした。

II. ウィルスと寄主植物との關係

病 徴 (Symptom)

ウイルス病には凡そ三つの型がある。即ち斑葉病 (Mosaic)、萎黄病 (Yellows) 及び其他の病徴を呈するものである。

斑葉病は葉面に黄色或は白色の斑點を現すもので、葉形の變化することと然らざることとあり、人工的及び生物的方法で傳染する性質をもつ。花卉類中には矢張り黄色や白色の斑葉を有する者が尠からず存在するけれども、それは非傳染性のものであり、ウイルスによる斑葉病は傳染性であるから、兩者は明に區別さるべきもので決して混同してはならぬ。傳染性斑入の例としては、煙草の斑葉病、胡瓜の斑葉病、菜豆其他豇類の斑葉病、馬鈴薯の葉捲斑葉病、スカンボの斑葉病等がある。

萎黄病は葉綠素の減少により黄色を呈し、嫩葉の簇生若くは直立を起し、接木及び昆虫の媒介の如き生物的方法によりてのみ傳染を遂げる。エゾギク、桃、オランダ苺の萎黄病、馬鈴薯の葉捲病、甜菜の捲頭病等は其例である。

斑葉、萎黄以外の病徴を呈するものとしては、アネモネの畸形葉病、馬鈴薯の天狗巢病、桃の小果病、コケモモの偽花病、馬鈴薯の紡錘芋病、小麥の冠生病等種々雑多であつて、機械的方法若くは生物的方法によりて傳染するものである。

ウィルス病の寄主の範圍

煙草の斑葉病は各種の植物に寄生するものであるが、凡て茄科のものに限られてゐる。然るにエゾギクの萎黄病は菊科を始めとして 23 科の廣範圍に亘つて寄主を有する。

寄主植物の種類が異れば同一ウイルスでも病徴は常に必ずしも一樣ではない。例へばタバコの斑葉病のウイルスは *Nicotiana tabacum* の葉には斑入を生ずるのみであるが、*Nicotiana rustica* の葉には褐斑及び壞類を起し屢々これが爲に枯死することがある。

保毒者 (Carrier)

保毒者と云ふのは、恰もチフス病の保菌者の如く、その組織中にウイルス毒を含み且つ其蕃殖を許すけれど外観上何等の病徴を現さぬものである。例へば茄科の *Solanum pyracanthum* と云ふ植物は煙草斑葉病の保毒者であり、ウイルスを接種しても斑入や變形を生ずる事はないが、一晝夜後その葉を乳鉢で磨りつぶし液汁をとり、煙草の健全なるものに接種を施せば忽ち定型的の斑葉病を起すに至る。

毒性の増加及び減退

煙草のウイルスに連続的の傳染によりて代を重ねる毎に毒性が強められ、8—9 回の移植後は非常に烈しい斑入を現し又壞類的の斑點を生ずるやうになる。但し之は特定の寄主植物を通過する場合に限り起ることである。

甜菜の捲頭病のウイルスでは其保毒植物なる *Chenopodium murale* (アカザの類)、*Rumex crispus* (スカンボの類)、*Suaeda moquini* (マツナの類) 等を通過すれば減力し、*Stellaria media* (ハコベ) によりて原の毒性を恢復すると云ふ。

耐病性品種 (Resistant variety)

植物の一種類中凡ての品種が皆一樣にウイルス病に對して感受性を有するものではない。例へば胡瓜の多くの品種は斑葉病に耐えて單に微かなる病徴を現すのみである。甘蔗の新品種 POJ と名づくるものは斑葉病に對して甚だ強い抵抗性を有し、甜菜の大多數の品種は捲頭病に罹らぬ性質をもつ。

免疫性 (Immunity)

寄主植物の範圍が制限されてゐると云ふ事實から推してウイルスを全然受付けない植物の存在することは明かである。一種内に於ても品種によりて感受性を大に異にし、嚴然たる免疫性を有する者も存在する。菜豆の大多數の品種は感受性であるが稀には免疫性のものがある、又甘蔗の一種 *Saccharum spontaneum* は甘蔗のウイルスに對して免疫性である。

恢復 (Recovery)

一旦病毒に感染したる感受性植物が、普通の環境に在りながら突然その病徴を消失し、新生長を始めるが如き例は尠くない。その一例としては、トウモロコシの條斑病のウイルスが甘蔗に傳染し微かなる病徴を生じたるものが、間もなく消失して其後何等ウイルスを含める様子を見せなかつたと云ふのがある。

病徴の隠蔽 (Masking)

ウイルスの活動力は、當該寄主植物の發育最適溫度より幾分低い溫度に於て最も旺盛であるらしい。と云ふのは罹病植物が高溫度で生長すれば、芽先の新葉には病徴が現れて來ないからである。かやうに病徴の隠れて了ふことを Masking と呼ぶのであるが、此場合にウイルスは矢張り葉の組織中に殘存して居るもので、その證據には其液汁をとつて健植物へ接種すれば再び病徴を現す。

Johnson 氏によれば煙草の通常モザイクの Masking を起す溫度は 37°C であると云ふ。馬

鈴薯の葉捲病に罹れるものは 24°C 以上の温度で Masking を起し、而も毎日五時間宛この温度に置けば充分である。尙一旦 Masking を起した煙草や馬鈴薯を低温度に曝すときは、再び固有の病徴を現すに至る。

發病と蔭影 (Shading)

蕃茄の萎黄病は寄主植物が強い日光の下に發育する時に最も激しく現れ、日蔭の所では被害が尠いと云はれて居り、甜菜の捲頭病も同様であると報告されて居る。

ウイルスの傳播 (Transmission)

種子傳播

多くのウイルスは罹病植物から種子を通して子孫へ傳播するやうな事は無いが、稀には種子傳播をなすものがある。菜豆の斑葉病の如きは其例である、罹病植物から採つた種子を播けば必ず子苗に發病を見る、が併し滅多に 50% 以上の病子苗を生じないさうである。

花粉傳播

前記の菜豆の斑葉病は花粉によりても傳播され得るものの如くである。即ち病植物からの花粉を受けて健植物の花が受胎して種子を生ずる時は、それから發生する子苗には多數の發病者を見る。

土壤傳播

煙草の斑葉病、馬鈴薯の諸ウイルス病、小麦の冠生病の如きは土壤によつて傳播することがある。若し罹病植物の根の殘存する土壤を子苗の養成に供用するならば、ウイルスの傳染を起す處があり、特に子苗移植の際には多少根に傷を生ずるから、それがウイルス侵入の門戸となる。又馬鈴薯の場合には某昆虫の幼虫が病根を喰しウイルスを健根へ移すものと見られてゐる。

營養蕃殖とウイルス病

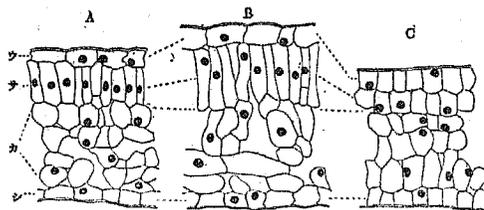
馬鈴薯では罹病退化せる種薯を蕃殖用となすためウイルス病の蔓延することが頗る多いのである。他の植物でも挿木、取木、接木、株分け等の營養蕃殖法によつて、病株から苗木を作る時は最も容易にウイルスを傳播せしめることとなる。

組織及び細胞的標徴

病葉の顯微鏡的解剖

煙草の斑葉病の暗綠色部を取つて其横断面を鏡檢するに黄化部のそれに比して一倍半位の厚みがあり、正常葉より厚いほどである。黄化部は薄いばかりでなく、その柵狀組織は一層であ

第一圖



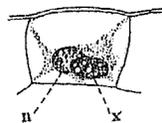
- A. 煙草の健葉の組織。
ウ 上面表皮、シ 下面表皮、
サ 柵狀組織、カ 海綿狀組織、
- B. 同斑葉病の暗綠色部の組織。
- C. 同病葉の黄色部の組織。

第二圖

煙草斑葉病の表皮

細胞中のX体。

- n. 細胞核
- X. X 体



り、各細胞の形が殆ど立方形をなすか或は長さは幅の二倍以下である。而して在中の葉緑粒の數尠く小形で、時としては殆ど消失してゐる。葉の綠色部と黄化部との組織的の境界

は通例判然としてゐる。

含有物

病細胞の核の附近には空胞を含める丸味を帯びた特殊の小塊が見られる。之はX体(X-body)と唱へらるるものである。かくの如き物体は煙草の通常斑葉病のウイルスの傳染せる各種の寄主に於て存在するが、又之を生じない場合もある。

煙草では、生長點及び形成層の分裂組織を除き、他の總ての組織中に見られる。

尙病植物の細胞中には、屢々方形半透明の物体が X-body と伴つて存在するものであるが、時には別に木質導管中に入つてゐる。之を色素で染めてみると、その短徑に並行して細い線が見える。此特徴から條紋体 (Striato material) と呼ばれてゐる。

X体の出來る機構に就ては、近來の研究によれば、蕃茄の斑葉病に感染した *Solanum nodiflorum* の細胞中には、原形質の流動する有様を見ることが出来るが、厚形質の濃厚に存在する部分には其廻りに一種の物質を集積し遂に塊狀となす。しかし其物は原形質流の腐蝕によりて再び消失する事があると云ふ。

他の學者は其塊が寄主細胞の分裂に伴つて分割し、組織中に分布することを認めてゐる。併し此X体が果してウイルスの粒子を含めるものであるかどうかは全く不明であつて、今日多くの學者は寧ろ此物をウイルス病の結果生じた細胞の異常生産物であると見做してゐるやうである。

細胞中にX体の存在することを確認するには、寄主細胞のマイクローム切片を鉄ヘマトキシリンで染めてみるのがよい。すると深紫色に着色する。Fleming 氏三重染色法を適用しても有効である。

生の染めない細胞に就て鏡檢するには、毛茸細胞若くは表皮細胞を水で封じて、 $\frac{1}{12}$ 油浸装置を用ふれば宜しい。

局部的病斑 (Local lesion)

ウイルスの接種を成葉に施す時は何等の病徴を現さない事が多いが、長さ 1 cm に達せぬ嫩葉ならば容易に病斑を生ずるものである。煙草斑病のウイルスを *Nicotiana glutinosa* の葉に昆虫針の先で點々突いて接種するか或は布片で摩擦して接種すれば、環狀の黄色斑を生じ、その數はウイルスの濃度に比例的である。トルコタバコの葉に同様の方法で接種する時は、目立つやうな病斑を生じないけれど、沃度で處理すれば明瞭となる。

寄主体中に於けるウイルスの流動

ウイルスの擴散

極めて微量のウイルスを接種針の先につけて植物体へ移植するならば、先づ其周圍に病斑を生じ次第に擴散増殖して、遂に全植物体に充滿するやうになる。

その擴散する有様は、何れの方角でも大差なく、養水が莖を通して上昇する如く上方へのみ速かに行くものではない。タウモロコシの條斑病 (Streak disease) は 3 時間に 30 cm の割合で下降し、甜菜の葉柄ではウイルスが 30 分に 7 吋の速度で流動する。之等の速度は單なる物理的の擴散としては早過ぎるわけである。

ウイルスの擴散が細胞から細胞へと順次に行はるる事は、莖や葉の表面へ少しく傷をつけてウイルスを傳染せしめ得る實驗から、容易に首肯されるが、又ウイルスは維管束を通して養水と共に機械的に運搬され得るものである。尙キイチゴの斑葉病の如きは韌皮部のみがウイルスの運搬に關係するものの如く、莖に輪切を施し外皮と共に韌皮部を除き内部の木質部を露せば、ウイルスの流動は切目の上で止まつて了ひ下方へは降らない。

寄主植物に於けるウイルスの濃度

ウイルスは感染植物の殆ど總ての部分へ分布するので全身病 (Systemic disease) とも見られるが、分裂組織中へは浸入しない事前述の如くであり、又寄生の各部に於て決して同濃度ではなく、斑葉の黄化部は綠色部に比して 10 倍も強度のウイルスを含む。

接種點からウイルスが移動する際にも、接種點の附近は濃度高く、離るるに従て低濃度となる。

又各種のウイルスは、夫々寄主植物の異なるに従ひ濃度を異にし、標準最高濃度 (Standard maximum concentration) を有するから、之によつてウイルスの種類を鑑別することが出来る。煙草の通常斑葉病のウイルスは病葉より得たる液汁を 100,000 分の 1 に稀釋しても傳染力を示すが 1,000,000 分の 1 となしては無効であり、胡瓜の斑葉病のウイルスを煙草に接種する場合は 100 分の 1 の稀釋度では有効、1,000 分の 1 では無効である。

ウイルス接種後、時間の経過に伴ふ濃度の高まり方はグラフで表せば稍々 S 字狀の曲線となるもので、之は丁度液体培養基中に於ける細菌數の増殖速度のそれと酷似してゐる。

生理上の障礙

煙草の斑葉病に就て見るに、病斑は葉脈と何等直接關係無きものの如く分布して居る。病斑部の色彩の差異は炭素同化作用を司る葉綠素の多少によるもので、病葉の黄化部は健葉に比し色素尠く暗綠色部は健葉より却つて色素を含むことが多い。カロチン (Carotin) の量は欠張り綠色部に多く黄化部に尠く、キサントフィル (Xanthophyll) は病葉では綠黄兩部共減少してゐる。炭水化物は綠色部に常に多量であり、澱粉の如きは黄化部に於て殆ど缺如する。

ハウレンソウの斑葉病では、前者の場合と異り病葉に多量の澱粉の集積するのが特徴であり此ウイルスは物質の運搬作用を著しく阻害するものと認められる。

細胞液の酸度 (PH) は健病の間に著しい差異が無い。

病葉の發生解剖 (Developmental anatomy)

斑葉病の發育する有様を組織學的に檢するに、○ウイルスの傳染せる嫩葉は、細胞分裂後に起る細胞相互の隔離の程度が著しく異なるか或は局部的に不規則となるものの如くである。

斑葉の黄化部では、柵狀組織を形成すべき細胞が上面表皮細胞より速かに分裂を終つてしまふから表皮細胞の發育に従ひ著しく隔離して單位体積内の細胞數が減少する、そして各細胞は隣接細胞の壓迫を受けることが尠いため丸味を帯びる。即ち黄化部の柵狀組織が立方形の細胞より成れるは上述の如く解すべきであらう。

又病葉の暗綠色部は、柵狀組織が甚だ厚く屢々二層をなすのであるが、之は上面表皮細胞及び海綿狀組織に比して柵狀組織の細胞分裂を完了することが遅く、多數の細胞を生ずるため、相互の壓力によりて長圓筒形を呈するに至るものと考へられる。

ウイルス病に伴ふ微生物

種々の原生動物、粘菌或は細菌類がウイルス病に伴ふて存在することを觀察され、更にそれ等の微生物が病原に擬せられた場合も尠くない。そしてかやうな説はウイルスが超顯微鏡的のものであると云ふ考に疑惑を生ぜしめたが、最近の研究では、全く無菌的に生長せしめた植物にウイルスを接種する時は決して他の微生物の發生を見るが如き事なく、しかも病徴は何等異ることなき事實が證明されてゐる。

III. ウィルス浸出液の性質

ウイルス浸出液は罹病組織を磨碎浸出したもので、決して純粹のウイルスではなく、共に種々の物質を含める不純のものである。この浸出液は熱、稀釋度等の如き外的影響によりて一定

の反應を現すもので、ウイルスの種類鑑別に役立てることが出来る。尤も同じウイルスでも寄主植物の異なるに従ひ、その性質は多少變動するものである。

耐熱力

熱の影響を研究するには少量のウイルス浸出液 (5cc 位) を試験管に盛り、一定温度の Water-bath 中に挿入し、10 分間後とり出して流水で冷やし、内容物を直ちに健植物へ接種し、その後の變化を観察すればよい。此試験は 10°C 宛の階段をつけて行ふのが便利である。

今迄の成績では、ウイルスの致死温度は次の如し。

馬鈴薯の葉捲斑葉病	43°C
スカンボの斑葉病	80°C
煙草の斑葉病	90°C
同 輪紋病	60—70°C
蕃茄の斑點萎凋病	42°C
同 條斑病	80°C

浸出液の濃度

ウイルスの $\frac{1}{10}$ 稀釋液をつくるには、試験管に不純浸出液 1 容をとり 9 容の水を加ふればよい同様に $\frac{1}{10}$ 稀釋液 1 容に水 9 容を加ふれば $\frac{1}{100}$ 濃度が得られる。

稀釋液の傳染力は矢張り健植物へ接種を試みて決定する。煙草の斑葉病は 100,000 分の 1 稀釋液も尙傳染力を有するが、1,000,000 分の 1 では無効である。他の多くのウイルスは $\frac{1}{100}$ 稀釋するときは最早傳染力を失ふ。

殺菌劑による減力

各種の化學物質及び殺菌劑等の影響を見るには不純のウイルス液に其等溶液を加へて檢する 70% アルコールの効果を知るには浸出液 3cc に無水アルコール 7cc を混ぜる。2% フォルマリンならば市販の 40% フォルマリン 0.2cc を浸出液 9.8cc に加へてつくる。

そして之等の混合液は 30 分間放置したる後、接種を試み傳染力を檢する。從來の實驗成績によれば、各種のウイルスの抵抗力は凡そ次の如くである。

煙草の通常斑葉病のウイルスは、

80% アルコール、	40% フォルマリン、
1% ニコチン、	1% アトロピン、
5% デギタリン、	2% 芥子油、

等により破壊さるるも、エーテル、四塩化炭素、各種の有機及び無機の酸類、塩類より妨げられない。

煙草の萎黄性斑葉病のウイルスは 60% アルコール若くは $\frac{1}{200}$ の硝酸では一日以内に死滅することなし。

馬鈴薯の葉捲性斑葉病のウイルスは、25% アルコール若くは $\frac{1}{500}$ 硝酸により一時間以内に無力となる。

菜豆の斑葉病のウイルスは 25% アルコールにより 30 分以内に無力となる。

酸素による減力

煙草斑葉病のウイルスの浸出液を $15 \times \frac{1}{2}$ 吋大の硝子管に細かい硝子球を充したるものの中へ入れ、空氣若くは酸素を靜かに通す時は凡そ 14 日経過する間に恒久的の減力をなすもので之を健全なる煙草に接種すれば正常より遙かに微弱なる病徴を示すに過ぎず、更に他の植物へ連續的に接種するも矢張り微弱なる病徴を生ずるに止まる。

紫外線及び暗視野照明による鏡檢

罹病植物の浸出液を石英レンズの高率顯微鏡を以て、紫外線若しくは暗視野照明装置で觀察を行ふも、何等一定の粒子を認め得ない。之等の方法によれば、適用光線の波長の半分以上の直徑を有する粒子は見えるわけであるが、煙草斑葉病のウイルスは 15—20 μ 位の直徑であらうと想定されて居り、紫外線の波長は 280—290 μ であるから、見えないのは寧ろ當然と云はねばならぬ。尙ウイルス浸出液の薄膜は石英板の下で紫外線に照射される時は 15 秒間で變質して了ふものである。

ウイルス液の老衰 (Ageing)

或るウイルス液は植物から浸出されてから後、かなり長い期間その活力を保つ。煙草の通常斑葉病のウイルスの如きは壘中に密閉して置けば、數年間の貯藏に耐えると云ふ。然るに多くのウイルスは老衰すること速かであり、キイチゴの斑葉病のウイルスは寄主から分離後數分間で無力となつて了ふ。かやうに老衰の速かなるものは、病植物の組織を乳鉢で磨碎する際パラフィンを用ゐて空氣の侵入を減じ酸化を防げば餘程ウイルスの減力を緩和することが出来る。生の組織の儘で保存すれば浸出液よりは長く活力を持続するものである。又病葉を乾かして粉末となし密封したる壘中に貯藏するもよい。罹病煙草の腊葉標本を博物館に於て 19 年間保存したものが尙毒性を有し、その一片を少量の水と共に乳鉢で磨碎し、健植物に接種を試み發病せしめたと云ふ例さへある。

ウイルス浸出液の持続力は次の如し。

馬鈴薯ウイルスX	6 週間
葱の黃化萎縮病	112時間
煙草黃化斑葉病	3ヶ月
胡瓜の斑葉病	3日以下
馬鈴薯ウイルスY	24時間
蕃茄の青木斑葉病	1 年以上
蕃茄斑點萎凋病	6—4時間

高壓及び寄主組織の粉碎

煙草斑葉病のウイルスは 1 吋平方に對して 130,000 ポンドの壓力を加ふる時は死滅する。此壓力は大概の細菌を殺滅し得る壓力より大であるが枯草菌を死滅せしむるには不足のものである。

煙草斑葉病のウイルスはまた、寄主の組織を非常に細かく粉碎することによりて殺滅される。

濾 過

多量の浸出液をつくるには、病葉を乳鉢中で粉碎し緻密な布片でしぼる。こうして得られる液中には尠からざる原形質、葉綠素等を含み、直接細菌濾過器にかけると粘着して通過を妨げるから、始め先づ清澄濾過器 (Clarifying filter) を用ゐなければならぬ。それは直徑 1 吋位の廣口硝子管の下端へゴム管を嵌め閉閉器を付けて フラスコへ運ねたもので、硝子管の底部へは小布片を敷き其上へ銀砂を一時の厚さに盛り更に湯でほぐした濾紙のパルプを注ぎ込み、水を排除して三吋位の層となし、更に同じ方法を繰返して第二層をつくる。かやうの濾過装置を用ふれば淡黃褐色の濾液が得られる。

次に細菌濾過器としてはバークフィールド式 (Berkfeld) 或はパストール・シャン・カラン (Pasteur-Chamberland) 式を可とするが、何れも極めて微細なる網目を有するコロジオン膜を備へて居り、その網目の大きさには種々の程度がある。ウイルスの濾過にはバークフィールド式

(アメリカ製)の W. N 及び V 號が適當であり、パストールシャンベルラン式では L₁ L₃ 號若しくは L₅ 號が最適である。

濾過器を使用するには豫め充分に消毒を施し、無菌的に行はなくてはならぬ。又短時間で無力となるウイルスがあるから、濾過の操作は成るべく速かにするを要する。それが爲には Water-pump を用ゐて吸引させるがよい。

ウイルスを濾過する際には、濃厚の浸出液を其まま用ふる事は困難であり、どうしても多少稀釋しないわけには行かぬ。そしてウイルスは殘滓中に少しは殘存し濾過器にも吸収されるから、濾液は通例原液の $\frac{1}{1000}$ 位の濃度となつて了ふ。精々よくやつても $\frac{1}{100}$ より濃厚ならしむる事は困難である。されば $\frac{1}{100}$ 以上の稀釋度に於て無力となるやうなウイルスに對しては、此濾過法を適用する事不可能と知らねばならぬ。

Duggar, Henderson, Smith 氏等は濾過法を應用して、ウイルス粒子の概略の大きさの測定を試み、Duggar 氏は煙草斑葉病のウイルスの濾過性と 1%ヘモグロビン溶液のそれとを比較して、ウイルスの粒子は 40μ 位の大きさで細菌の平均の大きさの $\frac{1}{20}$ 位のものであらうと推定したが、Henderson や Smith 氏等は、コロジオン膜を用ゐて其大きさを $5-20\mu$ 位のものと推定した。

煙草の輪紋病のウイルスはバークフィールド式濾過器の W 號を通過するけれど N 號は通過しない。茶豆の斑葉病はバークフィールド式濾過器を用ふれば傳染性を失ふ。

馬鈴薯ウイルス X はパストールシャンベルラン式濾過器の L₃ 筒を通過するが、馬鈴薯ウイルス Y は通過しない。と云ふ風にウイルスの種類により通過性に差異を見ることは注意すべきことである。

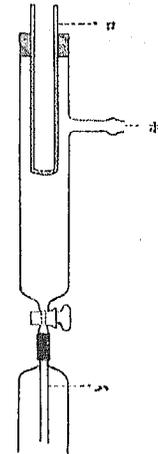
ウイルスの粒子的性状

ウイルスが粒子であることを初めて主張したのはイワノウスキー (Iwanowsky) であつて、2%の寒天凝固体の新しいものが水や食塩水を通しウイルスを通さぬけれど、10日を経て凝固体の構造が疎になつて來るとウイルスを通すやうになり、墨の細粒子の浮游状態に在る墨汁が矢張り新しい寒天を通さず古いものを通すと云ふ事を見、此相同現象からウイルスの粒子状なるべきことを推定したのである。

ウイルス浸出液の純化

従來ウイルスの性状に就て研究されたのは概して其粗液を用ゐてである。しかし粗液中には種々の夾雜物を含み性状も從て異つて來るわけで研究上不都合であるから成るべく純粹にしなければならぬ。其方法としては、

- (1) 濾過法 網目の大きさを異にするコロジオン膜を順次に適用して、もしウイルスが其一を通過し他を通過しないと云ふ場合には最後の濾過の殘液は甚だ濃厚にして純化されたるウイルスを含むこととなる。
- (2) 遠心分離法 之は浮游夾雜物を除くに甚だ有効であり、直徑 3 吋の器を以て一分間に 35,000-40,000 廻轉の速度を與へる時は重力の 70,000 倍位の力を得られるけれど、濃厚の浸出液では左程純粹なるものを得られない。



第三圖 濾過装置

- ロ Pasteur-Chamberland 濾過筒
- ホ 排氣装置へ連絡する管
- ハ 排液管

(3) 吸着及び再沈澱 ヲイラスは木炭や磷酸石灰の如き媒体を以て浸出液から吸収させることができる。之を取出して水洗し炭酸ガスを通しウイルスを水中に溶かせば、無色透明にして而も傳染性を有するものが得られる。

又病植物よりウイルス液へサフラニンを加ふれば沈澱を生じ、之を水洗し、Lloyd 氏アルカリ液を以て處理しサフラニンを分解し去れば原液に比し濃厚なるウイルス液を得られる。

(4) 溢泌法 病植物の莖の切口へ 1 吋平方に對し 30 ポンド以上の壓力を加ふる時は上端の切口からウイルスを含める液が溢泌して來る。之を健植物へ接種すれば傳染する。しかし此溢泌液中には屢々蛋白質や無機鹽類を含むものである。

因みに天然に出て來る溢泌液中にはウイルスを含まない。

(5) 冷却法 浸出液を氷點以上 1—2°C に數日間保存すれば植物蛋白質の除去に有効である。

ウイルスの化學的性質

ウイルスの純粹のものを得ること困難なるがため其化學的性質を決定することは容易でない。煙草の斑葉病のウイルス浸出液は 70% アルコール若くはアセトーンで處理すれば無力となるが殘滓は尙傳染性を有する。又傳染性を有する物質はサフラニン溶液によつて浮游状態から吸着されて了ふ、そして熱によつて凝固する反應があるから、ウイルスは蛋白質類似の物質の如く見える。

尙ウイルス浸出液を醋酸鉛の溶液で處理して生ずる沈澱にはウイルスが含まれて居る、それをオルト磷酸加里で洗つて後酸性磷酸加里で處理すればウイルスが分離する。かくして生じたる溶液にはケールグル窒素を含有する。

ウイルス培養の企圖

動物のウイルスは寄主の組織の一片をとつて生理的食塩水中で所謂組織培養 (Tissue culture) を行へばその組織内で蕃殖させることが出来る。煙草の斑葉病のウイルスも切離した葉片中で蕃殖し得ることが知られてゐる。

しかしウイルスを寄主から全く別に取り出して培養することは出来ないのであつて、從來も浸出液中に於てウイルスを蕃殖させるべく種々の方法を以て試みられたが皆失敗に了つてゐる。即ち現在では細菌類を人工培養するやうにウイルスを培養することは不可能とされてゐる。

ウイルス粒子の荷電性

ウイルス粒子は荷電性をもたない。そして PH4~9 水溶液中では陽極の方へ移動する。

IV. ウィラス病と昆蟲との關係

昆蟲の媒介

ウイルス病は人爲的に傳播せしめらるる場合を除けば、大概昆蟲類によつて媒介されるものである。殊にアブラムシやヨコバヒの類は主なる媒介者である。

昆蟲類中には單に一種のウイルスのみを傳播するものと、數種或は十數種のウイルスを媒介するものがある。そして寄主植物に平常最も多い昆蟲が必ずしもウイルスの媒介者ではなく時としては甚だ稀に見らるる昆蟲が却つて本當の媒介者であると云ふことが尠くない。

それからウイルスの媒介をなすのは大概成蟲期であるが、稀には幼蟲期に限り病毒を保有する昆蟲もあり Tipulidae の幼蟲の如きは土中に住みウイルスを根から根へ傳染させるものと認められてゐる。

蚜蟲は植物に寄食せるまま脱皮するものであるが、脱皮によつて毒性を失ふことはない。又ウイルスを含める個体が他の個体に接觸しても直接その毒を傳染させるやうな事はない。

尙蚜蟲が單性生殖法によつて幼蟲を産み或は受精を経て卵を産む場合、親にウイルスが含まれて居ても、卵や幼蟲にそれを遺傳することなく、幼蟲は病植物に寄食して後始めて傳染性を

帯ぶるに至るものである。

ウイルスは昆虫に吸収された後直ちに傳染し得るものと云ふに、必ずしもさうではなく、相當の潜伏期を要することがある。或昆虫 (*Cicadula sexnotata*) の如きは 7—14 日の潜伏期を経過しなければ傳染力を現さない。その理由としては、昆虫が寄主植物の組織に穿孔する際口吻を以て唾液を分泌する、そして唾液と植物の汁液との混合物を昆虫が吸収すると、先づ消化管に入り、次に体腔内を通過して遂に唾液腺に達する、それ迄の期間が潜伏期に相當するものと考へられる。

昆虫のウイルス傳染力の存続期間は、場合によつて大差あるものの如く、僅かに 14 日位のことと、昆虫の一生涯を通してのこととあり、單に一定の昆虫が無数の植物に病毒を傳播する場合もある。

ウイルスの感染は、昆虫の口吻によつて導かれる許りでなく、咬食性昆虫による機械的方法もあるらしい。例へば菜豆の斑葉病の如きは、花粉によりて傳染するものと認められてゐるが、之は昆虫が花粉を媒介すると同時にウイルスを間接的に傳播するもので、この場合昆虫の役目は風媒花に對する風、人工授粉に於ける羽毛と同斷であると云はねばならぬ。

それからウイルスの昆虫による傳染と人工的に針で穿刺接種を施したものとを比較するに、同じ病徴を現すのが普通であるが、時としては全く異なる病徴を呈することもあり其の例は K. M. Smith 氏によりて報ぜられてゐる。

昆虫による傳播の方法

昆虫によるウイルス傳染の有様を研究するには、豫めウイルスを保有せざる昆虫を準備しなければならぬ。そのためには夏の間は無病の植物から昆虫を採集し、飼育して置く必要がある。

蚜蟲の一種 *Myzus persicae* は胡瓜の斑葉病を傳播させるものであるが、夏の間は母体から活動蛹 (Nymph) を胎生によりて繁殖し、秋に至れば有翅の成蟲を生ずる。この雌雄を飼育箱に入れハウレンサウを與へて、溫室内で飼育する。斯くすれば産卵性の雌虫を生じ、絶対にウイルスを含まざる卵が得られる。

飼育器 (Insect cage)

最も簡便なるものは、小田原灯提の形のやうな、上下に金屬線の圓環を入れキヤラコを被ふて圓筒形となし、其中へ植物の莖を通し、兩端をしぼつて結びつけたものである。

戶外に於て實驗するには、植物の地上部全体を被覆してウイルスの自然傳染を避けるやう注意しなくてはならぬが、昆虫皆無の溫室内で行ふ場合には、下葉を露出して置いて差支ない。

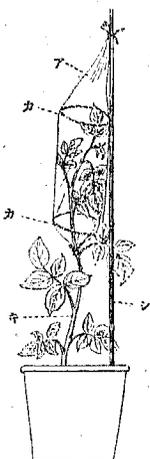
尙植木鉢に植えた小植物ならば廣口の硝子筒を用ゐ、其下端を土中に埋め、上端へはモスリンを覆ひゴム紐で結んで置けばよい。

蚜蟲の移植

蚜蟲の如きものは、寄生植物の葉に附いて居るまま摘採して太い硝子管に納め綿栓を施し置き、供試植物へ毛筆で靜かに拂ひ落す。ヨコバヒの如き活潑に運動する昆虫は、毛筆で取扱ふことはむづかしいから、硝子管とゴム管とでピペット形の吸取器を作り、昆虫を吸込んだり吹き出したりするのが便利である。

昆虫にウイルスを含有させるには、病植物へ附けて飼育器を被ひ一週間放置すれば充分であるから、次に健植物へ移して矢張り飼育器を被ひ、一

第四圖
昆虫試験装置



- カ 針金の環
- ア 薄い織物の袋
- シ 支柱
- キ 供試植物

定の潜伏期を経過した後、傳染の成否を検すべきである。

昆蟲各個の行動を精査する爲に飼育すべき場所の制限を要する時には、太く短い硝子管に昆蟲を入れて裏面に密着させ、裏側に布片を當ててゴム紐か何かで結縛固定すればよい。

V. 豫 防 法

既にウイルス病に侵されて居るものは到底救助の見込なきも、その被害を軽減せしむべき豫防法としては、次に掲ぐる如き種々の方法がある。

(1) 抜取 (Rogueing) 之は畑の作物中から病徴を帯ぶるものを悉く抜取つて處分することであるが、之に就て注意すべきは、發病株の附近に存在する作物は、たとひ何等の病徴無くとも、既に感染して潜伏期に在る者も尠くないであらうから、單に一回の處分で満足することは出来ない。又温度の高まる時は病徴の隠蔽される處があるから、時期を失しないやうにせねばならぬ。

(2) 耐病性品種の選擇 同一種の作物であつても、各品種によりウイルスに対する抵抗力が異り、病症に輕重がある故、最も被害の尠かるべき耐病性品種を選んで栽培す事が必要である。馬鈴薯の King Edward と云ふ品種は耐病性品種の一例で、斑入性葉捲病に罹つても唯嫩葉の一部に僅かの捲縮を起すに止るものである。

(3) 保毒性品種の採用 (Carrier variety) 既述の如く、ウイルス毒を受けても何等の病徴を現すこと無く而も同品種間には傳染を起さないやうな特殊の性質をもつ保毒品種なるものがあり、かやうな作物はウイルスによつて生産を減少せしめらるることが無いから栽培に適する。British Queen と呼ぶ馬鈴薯の如きは其例である。耐病性品種と異なる點は、ウイルスを保有するため、他の感染性作物へ容易に病毒を傳染させる機能あることである。

(4) 免疫性品種 (Immune variety) を選出して採用することは、病害豫防上最も實用的な方法であるが、不幸にも絶對的免疫性のものは殆ど得られないのであつて、從來免疫性品種に擬せられたものは大概保毒性品種であつた。

(5) 無病毒の苗株を用ゐること。營養蕃殖法によつて母体から苗株を分ける場合には、勿論無病健全なる母体を選ばねばならぬ。而も昆蟲類の飛翔卵を考慮して病植物から少くとも 20 ヤード遠ざかつた場所から蕃殖用の株を求めねばならぬ。そして苗株の養成は昆蟲を避けるために綱を張つた建物内で行ふやうにする。

(6) 豫檢法 (Indexing) 之は薯その他の營養器官から一芽だけ削ぎとつて苗床に挿し早く發生せしめて、病毒の有無を検査する方法である。芽 (Index) を取るには、少くとも $\frac{1}{2}$ 吋の厚みに切り、小刀は一回毎にリゾール液で消毒する。馬鈴薯の場合には春の植付に間に合ふやう、冬の間をとり 18°C の溫室中で生長せしめ、若し病芽を發見したならば之に對應する種薯は燒棄して健全なるもののみを残すやうにする。

(7) 種子蕃殖法を行ふこと ウィラスは寄主植物の子房壁や萼の組織に侵入しても、胚子へは傳染しない事が多い。だから選種の際に花梗や稈などの夾雜物を除き清潔にすれば、無病毒の種子が得られる。然るに菜豆、チャ等々の斑葉病はウイルスが胚子へ傳染して次代の植物に及ぶものであるから、こう云ふ場合には必ず無病毒の個体から採種せねばならぬ。

(8) 土壤消毒 ウィラス病の土壤傳染は恐らく昆蟲の幼蟲によるものであるから、土壤消毒によつて之を殺滅しなければならぬが、廣い面積には困難であり、たゞ苗床の整地に際して適用される。熱蒸氣で消毒するには 20 分間位通し、フォルマリン消毒ならば 40 倍に薄めて撒布する。フォルマリンを用ゐた場合には消毒後苗を植付けたる種子を播いたりする迄必ず數週間の隔りを置かねばならぬ。

(9) 燻 蒸 (Fumigation) Green-house 内を燻蒸消毒することは昆蟲類を殺滅し病毒の傳

播を防ぐに有効である。

(10) 植物の衛生 (Plant hygiene) 農耕者が煙草の苗を植付け或は摘心するとき其手指はウイルスに汚れて傳染の媒介をなし、又農耕者の用ひる刻煙草の中に病毒を含んで居るやうな場合にも、不知不識の間に手によつて媒介されるものであるから、罹病の虞ある作物を取扱ふ際には必ず手を洗ひ清めてから着手するを要する。

又、病害の發生した圃場では、收穫物の全部を收納するに努め、雜草をも悉く除去し、病毒を含めるまま越冬させるやうな事があつてはならない。掘り残しの馬鈴薯が往々にして病毒傳染の原因となることがある。此點から見て輪作法は病害豫防止頗る價値あるものと云へよう。以上

最近に於ける蛋白質化學の概要

(講演要旨)

金子 英雄

1. 緒 言

多くの蛋白質構造中に普遍的基礎的なものゝ存在を考へ オランダ人 Mulder は之に Protein なる名稱を興へた。然し蛋白質と一口で云つても其の種類多くその構造も複雑性を有し且つその状態すら極めて變り易いものであるから 之等を決定的に論じ難いわけであるがその大勢を通して有する特性の一端を簡単に述べて見ようと思ふ。最近の蛋白質化學の研究對稱物は主として入手しやすきゼラチン、カゼイン、卵アルブミン及び血清蛋白質等であり 研究の方向は主として蛋白質構造に關するもの、蛋白質の錯合性並びに分子量の測定に關するもの及び蛋白質の一般コロイド性に關するもの等である。

2. 蛋白質の構造に關する研究

近年に至るまで蛋白質の化學的構造に關してはたとへ 1920 年頃 Ssadikow や柴田桂太郎氏等の提唱せる Diketopiperazine 環狀体聚合説あれど大勢は E. Fischer の考への外には殆んど出でておらぬ即ち氏は多くの蛋白質の構成は限られた數のアミノ酸より作り上げられ而して其等は規則正しい仕方では結合してゐると考へた。



即ちアミノ酸より水分子が離れて特有基 CO.NH の結合によつて Polypeptide の連鎖を作りその聚合によつて蛋白質が組み立てられてゐると考へたのである。この特有結合基 CO.NH は稀酸や Trypsin, Erepsin の如き Peptidase の作用によつて分解され水分子の添加 (上式の逆反應により成分アミノ酸を遊離するに至る。然しこの特有基は Pepsin によつては全く作用を受けない。従つて蛋白質中では何所も彼所も一樣な結合の強さを有つておらない事が推定される他面 Staudinger のセルローズの如き高分子化合物の研究の影響を受けて Meyer 及び Mark 氏等は蛋白質は主原子價によつて結合せる高分子化合物が殘餘親和力によつて更らに高次な錯合物に聚合して一つの構成單位を作り、この單位同志が多少弱き結合力をもつて聚合し