

水素イオン濃度の測定法と其植物病害研究上の應用

西 門 義 一

一、緒 言

今から十數年前までは植物病理學の研究と云へば大抵は其病原菌の形態を研究し種類を決定するの
が重なる仕事になつて居り、病原菌の培養を行つて培養基上に於ける其性質を研究し、進んでは之と
寄主植物の生育條件を比較研究するといふ事等は非常に少なかつた。けれども其後病原菌を純粹培養
し其生理的の性質を研究する事が盛んになり、更に現今では其研究法もずつと變つて來て其研究範圍
も頗る多方面に亘る様になつた。然し尙其病原菌の培養上の性質を研究する事が植物病理學研究上の
一つの重要な部分を占めて居るといふ事は否定できない事實である。

植物病原菌のみならず各種の菌類又は細菌類の培養に當つて考慮すべき條項は多種多様であるが其
の反應といふ事も考慮すべき最も重要な物の一つである。而して培養基の反應の影響といふ事は細
菌の場合には殊に著しく多くの細菌は酸性反應には抵抗性が弱い。其弱い例を掲げると只今では多少
治りかけた様であるが、當岡山縣でも流行して居るコレラの病原細菌の如きは酸に對する抵抗が非常

に弱いもので普通の人の胃の中を通ると其胃液の酸の爲めに直ちに殺されてしまふのである。

植物の病害の原因となる菌類は多くの植物の細胞液が多少酸性である加減でもあらうが右のコレラ菌の場合と多少趣を異にし寧ろ酸性の方が發育がよいといふ物が多い。兎に角菌類を培養するに當りては培養基の反應といふ事は最も注意を要する物の一つである。

培養基の反應を表はす方法として従來普通に用ひられて來た方法にフラーの度數 (Fuller's Scale) といふのがある。其フラーのプラス何度マイナス何度といふ呼び方で其(+)度は指示藥フェノール、フタレインに酸性で(-)度は同じくアルカリ性である事を意味する。而して其度數は酸性又はアルカリ性の度合を示す物である。例ば或る培養基がフラーの(+)-10度と云へば其は酸性反應であつてフェノール、フタレインに中性になつた物に、更に其一立に對して一規定の鹽酸液一〇銑を添加した物である。謂ひ換へると之を中性にするには苛性曹達の一〇銑を加へねばならぬ物である。同じく(+)-15度又は(+)-20度は同様に培養基一立に對し鹽酸を一五銑又は二〇銑添加した物である。又(-)-10とはアルカリ性の培養基で、フェノール、フタレインに中性の培養基で更に其一立に對して一規定の苛性曹達液を一〇銑添加した物である。斯様にして(+)-5度(+)-10度(+)-15度とか(-)-10度(-)-15度とかいふ風に呼ぶのである。

フェノール、フタレインを指示藥とした時の中性點はリトマス指示藥では中性でなくて、リトマス

に對する中和點はフラーの(+)二五度位に當る。従つてフラーの(+)二五度以下の物はリトマス指示薬に對してはアルカリであるといふ事になる。

此が培養基の反應を表はす從來の方法であつたが、酸アルカリ或は鹽類は其溶液の中では其イオンに分離する物で酸又はアルカリの作用は凡て其分離した酸イオン又は水酸イオンの作用による物である。従つて菌類を或る反應の培養基に培養した場合にも其菌の發育は其分離した水素又は水酸イオンの量によりて影響を受ける物で分離せない酸又はアルカリの分量に關せないのである。其故に從來の反應の表はし方であるフラーの度數は全酸度又は滴定酸度による物であるから、此では都合が悪るい事になり水素イオンの濃度で表はさねばならなくなつた。現在では殆んど凡てが此水素イオン濃度の方法で表はされる様になつて來た。單に培養基の場合のみならず植物病理學の各方面で水素イオン濃度といふ事がよく研究せられる様になり、植物の病害の抵抗性の原因研究の有力なる資料となり、又防除の實際的方面からも大變必要な事項と考へられて來た。以下其水素イオン濃度の概念并に測定の簡單な方法と其植物病理學上に應用されて居る一二の例と、私が稻の胡麻葉枯病菌の發育に對する影響を研究した概要とを述べて見度いと思ふ。勿論現今では水素イオン濃度の測定法の様な事は何んな書物を見ても分る事であるが其書いてある事が精密を期してある爲めに可なり面倒で其専門でない者がちよつとやつて見るのは億劫である。其故に以下述ぶる處は此方面の仕事をまだやつた事のない方

へ水素イオン濃度の概念を傳へ、且又其測定の方法も私のやつた經驗からすると左程免倒をせずによつても大體の處までは出來るといふ事を御話し度いと思ふのである。

而して又吾々の様な立場に在る者は其大體を知るといふ事が極めて大切である。非常に多くの條件によつて支配せらるる生物の發育といふ様な事は物理化學者が實驗する時の様な精密さは不要なのである。反應のみならず溫度の例で云ふても物理化學者等の實驗では攝氏一度の百分の一或は千分一までも正確に調べたり或は調節する様にするが吾々が必要なのは攝氏一度も分れば充分である。例へば麥の黒穂病菌は攝氏五四度で五分間で死ぬといふ事が分れば足りるのであつて五四度何分といふ事等には必要のない事が多いのである。

右の趣意で以下述べて行きたいと思ふから精密を要せらるゝ方は以下述ぶる如くして作つた物に就きて電氣的側定で檢定して見る事が必要である。又同じ比色法によるとしてもクラーク氏の處方通りに丁寧に藥品を精製して使用すればよいと思ふ。其参考書としては川村一水著、水素イオン講話。

W. M. Clark, The Determination of Hydrogen Ions. 2nd. Ed. Baltimore.

松本巍一植物病理學研究IIIII病虫害雜誌第八卷一〇及一二號大正十年。

神野幾馬一水素イオン濃度の比色定量法に就て、盛岡高農同窓會學術彙報第二卷一一一—一五三頁大

正十四年。

長谷川米藏—水素イオン濃度の側定法に就いて。農學會報、第二二五號大正十年等のがよい。

二、水素イオン濃度の概念並に測定法

(一) 水素イオン濃度の意義及其表し方

前にも述べた様に、一般に酸は其水溶液中に於ては陰性の酸イオンと陽性の水素イオンとに解離する物であつて酸性反應とか其他凡ての酸に共通な性質は全く此解離した水素イオンの作用によるのである。其故に眞の酸性度は、滴定法等によつて酸の全量の測定した所謂全酸度又は滴定酸度ではなくて、解離せる水素イオン濃度のみによるべき筈である。

例へば○・一規定の鹽酸は全酸の約九一%が解離する。従つて其眞の酸性度は○・一規定ではなくて○・〇九一規定である。又弱酸の解離度は遙かに之よりも少く醋酸の○・一規定水溶液に於ては醋酸全量の一・三%のみが解離し他は其儘に存在する。従つて眞の酸度即ち水素イオン濃度は○・〇〇一三規定である。其故に○・一規定の鹽酸の眞の酸度即ち水素イオン濃度は同じく○・一規定の醋酸の其の七〇倍大なりといふ結果となる。

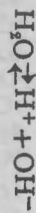
同様に鹽基も其水溶液中に於ては金屬イオンと水酸イオンとに解離し右と同様の考證を下すことができる。而して眞の鹽基度は存在する鹽基の總量によりて測定するべきではなく解離によりて生じた

る水素イオン濃度によりて決定すべきである。

例へば強鹽基なる苛性曹達の〇・一規定液に於ては其約八四%が解離し、弱鹽基なるアンモニアの同一濃度の水溶液では僅かに一・四%が解離する。其故に眞の鹽基度は各々〇・〇八四規定と〇・〇〇一四規定となり、而も之が其兩液に於ける水素イオンの濃度を表はす物である。

水素イオンの濃度が高ければ其酸性は強く水素イオンの濃度が高ければ其鹽基性が強い物である。而して水素イオン又は水素イオン濃度が減少すればする程其液の酸度又は鹽基度は減少し中性に近く物である。其故に水素イオンと水素イオンの數の同一なる液は眞の中性である。

純粹の水も亦嚴密に云ふと僅かに解離する物で、其結果水素イオン并に水素イオンの同數を生ずる。即ち



而して眞の中性の状態にあるのである。今イオンの濃度并に分子の濃度を括弧で表はすと、水が水素イオン并に水素イオンに解離する事は質量作用の法則によると次の様に表はす事ができる。

$$(1) \quad \frac{(\text{H}^+) \times (\text{OH}^-)}{(\text{H}_2\text{O})} = K$$

而して解離せざる水の分量 (H_2O) は解離せる水の分量に比して甚だしく大量で従つて是を常數と考へ得る。然れば上式は次の如くなる。

$$(2) \quad (H^+) \times (OH^-) = K_w$$

此乗積 K_w は水の解離恒數で其値は Kohlrausch, Wijs, Sørensen, 或は Michaelis の如き學者が各特異な方法で實驗して得た結果によれば約 10^{-14} 即ち 0.00000000000001 である。即ち

$$(H^+) \times (OH^-) = 10^{-14} = 0.00000000000001 \text{ 規定}$$

である。中性の水に於ては (H^+) と (OH^-) の分量が相等しきのであるから次の様になる。

$$(H^+) = (OH^-) = 10^{-7} = 0.0000001 \text{ 規定}$$

即ち中性の水一立中には水素イオン并に水酸イオンが夫々 0.0000001 一瓦當量含有されて居るといふ事が分る。

(2) の方程式から水酸イオンの濃度が如何様な際にも此方程式を満足するに足る水素イオンが存する事になり従つてアルカリ性の液にても其水素イオン濃度を考へる事が出来る。従つて酸性液或はアルカリ性液の酸度及鹽基度を水素イオン或は水酸イオンと區別する事なく單一の度數によりて表はし得る。

其故に普通と呼ばれる酸性鹽基性并に中性といふ事は物理化學的の見方による時は單に其水素イオン濃度といふ單一の度數によりて表はし得る事となる。眞の中性といふ點は水素イオン濃度では攝氏二五度に於て略々 10^{-7} なり。此よりも水素イオン濃度の大きな物は酸性で、其の小なる物は鹽基性な

る事を示す。而して此方法によれば、培養基の酸度若くは鹽基度の眞の強さを知るに好都合である。

此水素イオン濃度は更に Sørensen 氏の所謂 PH 價によつて表はすと一層簡單になる物である。此 PH 價と稱するのは水素イオン濃度の逆数の對數であつて、即ち次の様である。

$$\text{PH} = \log \frac{1}{\text{水素イオン濃度}}$$

其故に攝氏二五度に於ける純水の水素イオン濃度 (10^{-7}) を PH 價によつて表はせば、

$$\text{PH} = \log \frac{1}{1 \times 10^{-7}} = \log 10^7 = 7.00$$

となる。同様に 〇・一規定の鹽酸の水素イオン濃度は上述せし所の如く 〇・〇九一六即ち 9.16×10^{-2} 規定なれば、之を PH 價によつて表はせば、

$$\text{PH} = \log \frac{1}{9.16 \times 10^{-2}} = \log \frac{10^1}{9.16} = \log 10^2 - \log 9.16 = 2 - 0.93 = 1.04$$

となる。此等の例によつて水素イオン濃度を PH 價によりて表はす事の意味を略々了解せられた事と信ずる。其故に攝氏二五度に於て七・〇の PH 價を示せる液は眞の中性で酸性の溶液に於ては PH 價は七・〇よりも低くアルカリ性の溶液では PH 價は七・〇よりも高きのである。

(二) 緩衝作用 (Buffer action)

今 PH 七なる純水一立中に百分一規定の鹽酸一珵を入れると其 PH 價五となる。然るに同様の PH 七

る肉汁に同量の鹽酸を加ふるも、其價には殆んど變化を與へない。斯様な性質即ちpH變化に抵抗する力は初め「タンボン」と呼ばれ其後 Sørensen 氏がブッファアと呼び更に英語に轉じてバッファハ (Buffer) と呼ばれ廣く一般に通用せらるる事となつた。要するにバッファア作用即ち緩衝作用とは或溶液に酸又は鹽基を加へる時或は水にて稀釋する時其pH價の變化せんとする傾向に對して抵抗する力を意味するのである。其緩衝作用は溶液の種類により (一) 其濃度により (二) 水素濃度の範圍即ち滴定曲線の位置によりて其強弱を異にし (四) 又添加する物の種類によりても異なる物である。(滴定曲線の事は後に培養基の處で申述べる事とする)。

(三) 水素イオン濃度の測定法

(1) 比色測定法の原理

指示薬を或る溶液に加へると其液の水素イオン濃度に従つて一定の色調を呈する。例はメチルレッドはpH6.0以上では黄色で4.4以下では赤色を呈するが、其間のpHでは黄色から褐色、褐色から赤色と其々のpH價に應じた色調を呈する物である。

其故にある溶液の水素イオン濃度を測定するには適當の指示薬を選んで供試液に加へ他方水素イオン濃度の既知なる(緩衝作用の大なる僅かの事でpH價の變化の起らない)標準溶液を多數に調製し

をき供試液に加へたると同一の指示薬を加へて生ずる呈色を供試液の其と比較し同一の色調を呈する液を採出するのである。

ソレンセンやクラーク等は斯かる標準緩衝液の多數を調製し其pHを電氣的に測定したる結果各種の階級のpH價を有する液の調製法を案出して居る。其故に吾々は此方法に従つて各種のpH價を有する標準液を調製し其が直ちに彼等の記せるpH價を有する物と見做し此を基準として水素イオン濃度測定に供するのである。此等の液は凡て強い緩衝作用を有する液であるから調製も容易で、貯藏中空氣中の炭酸瓦斯や硝子から來るアルカリの影響或は少し位の黴の生へる位で其pH價は大なる變化を呈せない物である。

要するに比色法にては第一に適當な指示薬即ち吾々の要求するpHの範圍内で鋭敏に變色する色素を選定し次に此範圍にて使用せらるる標準液を調製する事である。

(2) 標準緩衝液の種類並に調製法

比色法で水素イオン濃度を測定するに當り用ゆる液には二種類ある、一つは色素標準液で他は標準緩衝液である。前者はデンプシー、メダリア、ミハエリス等の諸氏の方法であつて簡單であるから近頃廣く普通されんとする傾向があるが誤差を生じ易く、今日普通に用ゐらるるは後者の方である。標準緩衝液は種々のアルカリ鹽と酸又はアルカリとの混液である。此には最初數種の原液を製しおき其

内より二種を色々の組合せて混合した液を作り一定のpH價の物を得るのである。

此標準液を發案したのはツレンセン氏であり其後色々の人々よりて案出されて居るが現今最も普通
に使用せらるはクラーク及びラプス氏法である。氏は此を細菌の研究に應用する目的で案出したので
ある。私は是からクラーク及ラプス氏法に就きて稍々精細に申述べたいと思ふ。

クラーク及ラプス氏法の標準液の原液は左の様である。

(一) 五分一モル鹽化加里液。純粹なる鹽化加里を純水に溶かし三四回再結せしめたる結晶を一二〇
度にて二日間空氣乾燥せしめたる後一四・九一二瓦を水に溶解し一立とす。

(二) 五分一モル酸性フタル酸加里液。市販の純なる酸性フタル酸加里を純水に溶解し二―三回
再結せしめたる後一〇―一五度に於て恒量となる迄乾燥し、其四〇・八二八瓦を水に溶かして一
立とする。然れ共酸性フタル酸加里の純粹なる物を得る事は頗る困難なれば左の如くする方安全で
ある。

市販の最純の苛性加里六〇瓦を水四〇〇瓦に溶解し之に再昇華したるオルソフタル酸の無水物五
〇瓦を加ふ。而して液の一部を冷却してフェノールフタレインにて檢するに若しアルカリ性ならば尙
フタル酸を加へ酸性なれば尙苛性加里を加ふ。斯くの如くして遂にフェノールフタレインにて略中
性を呈するに至らしめたる後更に前に加へたと同量のフタル酸を加へて加熱溶解し温かき内に濾過し

結晶せしむ。之を集めて純水から二回再結し乾燥したる後其四〇・八二八瓦を水に溶かして一立とする

(三) 五分一モル酸性磷酸加里液。市販の良品を採り純水に溶解し少くとも三回再結し一一〇一一一度で恒量を得るまで乾燥し、其二七・二二三二瓦を採り水に溶解して一立とする。

(四) 五分一モル硼酸、鹽化加里液。硼酸を數回蒸溜水から再結し之を濾紙間に壓して水を切り、鹽化カルシウムの乾燥器中に入れて室溫に放置し恒量を得るに至らしむ。鹽化加里の調製は前述の様である。右の硼酸一二・四〇四八瓦と鹽化加里一四・九一二瓦とを水に溶かし一立とする。

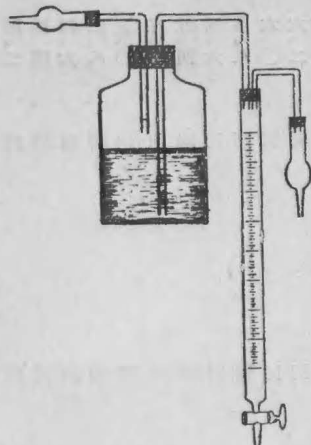
(五) 五分一モル苛性曹達液。此液の調製法は最困難で炭酸瓦斯を絶體に含まざる様にする必要がある。市販最良の苛性曹達一〇〇瓦を採り一〇〇の水に溶かし硬質硝子製の三角コルペンに容れ錫箔で被ひ一夜放置すると不純物として存在する炭酸曹達は全部沈澱する。次に之をブフナー漏斗(ヌッチエ)で濾過する。之には先づ硬質濾紙をあてて、最初温き強苛性曹達液(一対一)で濕ほし數分後右三角罫中の苛性曹達液で再び濕ふし後無水アルコール、稀アルコール、最後に多量の水で逐次濾紙を洗滌した後吸引装置を連絡して水の大部分を除く。然る後三角罫の液をまづ濾紙の中央部に注ぎ硝子棒で濾紙を良く漏斗に蜜着せしめ次に吸引装置に連結して全液を濾過して透明なる液を得る。此得たる苛性曹達液に概略の計算にて一規定苛性曹達液より稍濃厚なる溶液を得るまで水を加へて稀釋す。此稀釋液より一〇瓦を取り既知濃度の酸液にて滴定して其結果より五分一モル液を得る。此際なるべ

く空気に曝露せざる様に注意し内壁にバラフキンを厚く塗れる罫に入れ五〇坵の割合ビウレットと曹

達石灰のカード管を附したる栓をして貯藏する。(圖参照)

(六) 五分一モル鹽酸液。市販最良の濃鹽酸液を二〇%に稀釋して蒸溜し溜液を取りて約五分一モルに稀釋し既製苛性曹達液で滴定するか或は鹽化銀法で濃度を定める。

右の標準液は左記の割合に混合しPH價〇・二の差を有する各種PHの標準緩衝混液を得て比色に使用する。



(一) 鹽化加里鹽酸混液

PH	M5 鹽化加里液	M5 鹽酸
同 一、二	五〇坵	六四、五坵
同 一、四	同	四一、五同
同 一、六	同	二六、三同
同 一、八	同	一六、六同
同 二、〇	同	一〇、六同
同 二、二	同	六、七同

水に稀釋し
全量を二〇
〇坵とす

(二) フタル酸、鹽酸混液。

水素イオン濃度の測定法と其植物病害研究上の應用

水素イオン濃度の測定法と其植物病害研究上の應用

同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同
PH	二、二	二、二	二、四	二、六	二、八	三、〇	三、二	三、四	三、六	三、八	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同
M/5	酸性フタル酸加里	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同
	五〇珎	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同
M/5	鹽酸	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同
	四六、七〇珎	三九、六〇同	三二、九五同	二六、四一同	二〇、三二同	一四、七〇同	九、九〇同	五、九七同	二、六二同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同

水に稀釋し
全量を二〇〇珎とす

(三) フタル酸鹽、苛性曹達混液。

同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同
PH	四、〇	四、二	四、四	四、六	四、八	五、〇	五、二	五、四	五、六	五、八	六、〇	六、二	同	同	同	同	同	同	同	同
M/5	酸性フタル酸加里	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同
	五〇珎	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同
M/5	苛性曹達	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同	同
	〇、四〇珎	三、七〇同	七、五〇同	一二、一五同	一七、七〇同	二三、八五同	二九、九五同	三五、四五同	三九、八五同	四三、〇〇同	四五、四五同	四七、〇〇同	同	同	同	同	同	同	同	同

水に稀釋し
全量を二〇〇珎とす

(四) 磷酸鹽、苛性曹達混液。

PH	五、八	M ₅	酸性磷酸加里	五〇	牧	M ₅	苛性曹達	三、七二	牧
"	六、〇	"	"	"	"	"	"	五、七〇	牧
"	六、二	"	"	"	"	"	"	八、六〇	牧
"	六、四	"	"	"	"	"	"	一二、六〇	牧
"	六、六	"	"	"	"	"	"	一七、八〇	牧
"	六、八	"	"	"	"	"	"	二三、六五	牧
"	七、〇	"	"	"	"	"	"	二九、六三	牧
"	七、二	"	"	"	"	"	"	三五、〇〇	牧
"	七、四	"	"	"	"	"	"	三九、五〇	牧
"	七、六	"	"	"	"	"	"	四二、八〇	牧
"	七、八	"	"	"	"	"	"	四五、二〇	牧
"	八、〇	"	"	"	"	"	"	四六、八〇	牧

水に稀釋し
全量を二〇
〇牧とす

(五) 硼酸、鹽化加里、苛性曹達液。

PH	七、八	M ₅	硼酸鹽化加里液	五〇	牧	M ₅	苛性曹達	二、六二	牧
"	八、〇	"	"	"	"	"	"	三、九七	牧
"	八、二	"	"	"	"	"	"	五、九〇	牧
"	八、四	"	"	"	"	"	"	八、五〇	牧
"	八、六	"	"	"	"	"	"	一二、〇〇	牧
"	八、八	"	"	"	"	"	"	一六、三〇	牧
"	九、〇	"	"	"	"	"	"	二一、三〇	牧
"	九、二	"	"	"	"	"	"	二六、七〇	牧
"	九、四	"	"	"	"	"	"	三二、〇〇	牧
"	九、六	"	"	"	"	"	"	三六、八五	牧
"	九、八	"	"	"	"	"	"	四〇、八〇	牧
"	一〇、〇	"	"	"	"	"	"	四三、九五	牧

水に稀釋し
全量を二〇
〇牧とす

水素イオン濃度の測定法と其植物病害研究上の應用

右混液は其實験に必要な部分丈を夫々二〇〇坵宛つて罫に入れて保存する。此混合物は一旦出來た物を電氣的に測定して補正すれば精確な pH 價が得られる。又長く保存使用して居る間には除々に變化するから時々檢定して見る必要がある。が若し斯かる操作の出來ない時は此標準液の調製と保存とは最も細密な注意を拂はねばならない。出來た混液は同一 pH 價の處を比較し(例ばフタル酸鹽の五・八と六・二を磷酸鹽の五・八と六・二に)二液共に同一色調を呈するか否かを試験せねばならぬ。

右の様に調製して出來上つた混液も其保存中に變化するが殊に磷酸鹽苛性曹達液の如きは微が生へ易く、爲めに反應の變化する事があるから之には甘汞の小量を添加して微の發生を防止する。又電氣的測定をしてからならばトルオール又はクロロホルムの小量を添加しても同一の目的を達する事が出来る。

右原液の調製に使用する水は何れも蒸溜水を再溜した再溜水を使用せねばならぬ。

クラーク及ラプス氏法標準緩衝液原液の調製簡法。

上述した處はクラーク及ラプス兩氏の示されたる標準緩衝液の製法で精密を要する實驗には勿論最善の注意を以て右の様に調製せねばならないのである。而も其得たる液は更に電氣的に測定した結果と比較補正せねばならないのである。然し純化學者でない吾々が極く大體の處の測定に使用するには之よりも遙かに簡單な方法で調製した物でも可なりの程度に役立つ物であり、更に之を電氣的に測定

して結果を更正すれば可なりの處までは安心して使用し得る物である。私が次の様な方法で調製した物とクラーク氏の處方通りに造つた物とを比較し或は電氣的測定の結果と比較して見ると、其結果右兩法による pH 價は略〇、一或は其以下の差が出る丈である様である。

此際使用した藥品は凡て最純の物で私は獨逸メルクの製品を使用し水は再溜した物を一度煮沸して使用した。

(一) M_{H} 苛性曹達液。純粹の苛性曹達一〇〇瓦を一〇〇坩の純水に溶解し硬質ガラスの容器に容れ栓をなし一夜放置し炭酸曹達を分離沈澱せしむる。其土澄液をビベットで吸取り空氣中の炭酸瓦斯の混入せぬ様手早く稀釋し略 M_{H} 液よりも少しく濃い位とする。出來た液は内面にパラフキンを塗つたる硝子罐に曹達石灰管を裝置して貯へる。後 M_{H} 酸性フタル酸加里液で又は普通の方法で滴定し其何モル液になつて居るかを正確に決定する。而して之に何程の水を加ふれば M_{H} 液になるかを計算しおき使用に當りて加へる。

(二) M_{H} 酸性フタル酸加里液。攝氏一一〇——一一五度で乾燥した最純の物四〇・八二八瓦を秤量し水に溶解し容量フラスコ中にて全量を一立とす。

(三) M_{H} 酸性燐酸加里液。同じく一一〇——一一五度で乾燥した純粹の物二七・二三二瓦を水に溶解し全量を一立とす。

(四) M/5 鹽化加里液。一二〇度で二日間乾燥したる純粹の物一四・九一二瓦を水に溶解し全量を一立とす。

(五) M/5 硼酸、鹽化加里液。五〇度以下で氣乾しデシケーターで乾燥したる硼酸一二・四〇五瓦と、上の如く乾燥せし鹽化加里一四・九一二瓦とを秤量し水に溶解し全量を一立とす。

(六) M/5 鹽酸。純粹の物を買ひ入れ適當に稀薄し、標準の苛性曹達液で滴定し正確にM/5の液を調製する。

斯様にして調製した原液を前記の方法で混合し使用する。(六三頁參照)

(3) 指示藥の種類並に調製法。

水素イオン濃度の測定用を使用せらるゝ指示藥は種々あるが、現今最も廣く使用せらるゝ物は米國のクラーク及ラプス兩氏の撰定した物で、其指示藥の種類、使用し得べきPHの範圍、並に其色の變化を掲ぐれば次の様である。

指示藥の種類

使用し得べきPHの範圍

色の變化

チモール ブリュ (Thymol Blue)

一・二——二・八

赤——黃

ブROOM フェノール ブリュ (Brom Phenol Blue)

二・八——四・六

黃——青

メチル レッド (Methyl Red)

四・四——六・〇

赤——黃

ブロームクレゾールパープル (Brom Cresol Purple)	五、二——六、八	黄——紫
ブロームチモールブリュ (Brom Thymol Blue)	六、〇——七、六	黄——青
フェノールレッド (Phenol Red)	六、八——八、四	黄——赤
クレソールレッド (Cresol Red)	七、二——八、八	黄——赤
チモールブリュ (Thymol Blue)	八、〇——九、六	黄——青
クレソールフタレイン (Cesol Phthalein)	八、二——九、八	無色——赤

クラーク及ラプス及兩氏の式による指示薬の種類は右の様であるが、更に之が調製の方法を述べる
 右指示薬は米國には一〇分一瓦宛の罐入の物あり一種二五仙にて販賣して居る、是から簡單に作るに
 は是の一〇分一瓦入罐の内容を小形の三角コルンペを其他の容器に移して、之に其種類に相應せる左
 記分量の苛性曹達の二〇分一規定液を加へて粉末の潤ふまで振盪しながら温め、次で適當の水を加へ
 て全量を二五瓦とす。斯くして調製したる液は〇・四%に當り、之を原液とし、使用に當りて更に一
 層稀薄し〇・〇二%又は〇・〇四%とす今指示薬を調製するに當りて添加すべき二〇分一規定苛性曹
 達液の分量並に比色に當りて使用すべき指示薬の濃度を示せば次の様である。

指示薬一〇分一瓦に對して添加す
 べき二〇分一規定苛性曹達の量

使用すべ
 き濃度

Thymol Blue

四、三瓦

〇・〇四%

水素イオン濃度の測定法と其植物病害研究上の應用

Brom Phenol Blue	三、〇同	〇、〇四同
Methyl Red	七、四同	〇、〇二同
Brom Cresol Purple	三、七同	〇、〇四同
Brom Thymol Blue	三、二同	〇、〇四同
Phenol Red	五、七同	〇、〇二同
Cresol Red	五、三同	〇、〇二同
Thymol Blue	四、三同	〇、〇四同

今チモール プリウの例に就きて指示薬の調製法を再説すると、其の一〇分一瓦入罫の内容を適當の容器に移し之に右表に掲げたる様に 四・三瓦の二〇分の一規定の苛性曹達液を添加し其潤ふまで振盪しながら温め其後之に適當の水を加へて全量を二五瓦となし 〇・四%の液を製し之を原液とす。使用に際しては之を稀釋し 〇・〇四%とす。而して此等指示薬の約五滴宛を可檢液一〇瓦中に滴加するが普通であるが、任意幾耗を用ひてもよし。

又メチル レッドは一〇分一瓦を三〇〇瓦のアルコールに溶解し之を水を以て五〇〇瓦に稀釋して使用する方便利である。クレソール フタレインは九五%アルコールで溶解し 〇・〇二%液を作りて使用する。

(4) 比色測定の方法

比色測定に當りて要する用具類は上記の標準液を容るゝ硬質硝子瓶と指示薬を容るゝ滴嚢の外には

次の様な物がある。

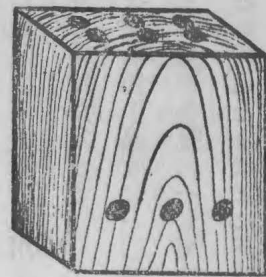
比色用の試験管。普通の硬質試験管にて宜敷いが試験管の色、管壁の厚さ、直径の均一なる物を選ぶ事が必要である。可検液が多量に得られない様な場合は細い試験管を使用するとよい。

試験管台。普通の試験臺でもよいが試験管を底面に對して六〇度の角度にて後に傾斜せしめて支持し得る様に作り且試験管の背面に白紙片を臺に張り付け前面から色彩を見る時濃淡を明瞭なしむる様にした物がよい。

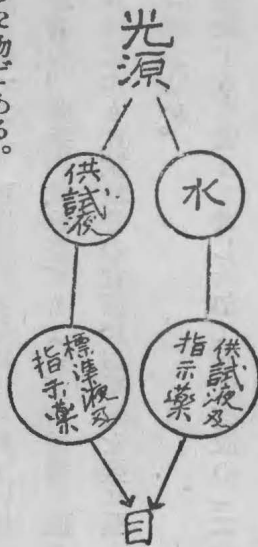
實驗するに當りて若し最初より供試液の pH の大約の範圍も不明なる物には先ブリトマス試験紙を以て其反應を検し其酸性、中性又はアルカリ性なるかを検査して反應を豫想し之に適する指示薬を添加し如何なる色素を使用すべきかを決定する。然る時は指示薬の使用範圍より、其際使用すべき標準混液の種類が定まる。

次に此標準混液を一〇珩宛試験管に入れ、又一方供試液を一〇珩宛他の試験管に採り之等を試験管臺上に乗せ各管に一定滴數の指示薬を加へる。通常五滴で充分である。余り太くない試験管を使用すると五珩宛とりて之に三珩宛の指示薬を加へてもよい。私は主として斯様にして實驗して來た。而して供試液の色調と同一なる色調を呈せる混液を見出す時は、前に掲けたる表によりて直ちに pH を求める事が出来る。

着色又は混濁した溶液の pH 價を測定する場合には比色箱を使用する。比色箱は圖に示した様な物



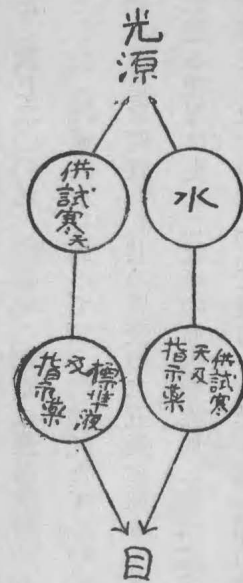
で普通は六本の試験管を挿入する事が出来る様になつて居て其を側面から小孔を通して覗く事の出来る木製の箱である。此比色箱を使つて次の様に供試液のみを容れた試験管と、標準液及指示薬を容れた管とを重ねて之を通して來た光線と、供試液に指示薬を加へた試験管と水のみを試験管とを通して來た光線とを比色して見て其兩方が同一色調を呈する様になるまで標準液及指示薬の試験管を取換へて兩方の色調を比較するのである。



にした物である。

又寒天培養基の様な物は次に示す様に水で稀釋する方法で液状として測定するが又此方法でも測定する。即ち溶解して居る間に指示薬を入れてよく混合したる後に自然に固らし一方には標準液と寒天

とを重ねて次の様な風に比較する。



から余り都合よくはない。

又供試液の着色せる場合には標準液を各色の色素で着色し供試液と同じ着色を呈せしめてから指示薬を加へる方法もあり、混濁して居る場合にも標準液に硫酸バリウムの沈澱を加ふる事がある。けれども此方法も余り便利でない。

供試液が着色又は混濁せる場合は又液を水で稀釋して測定する。又寒天の如き固りて居る物のpHを測る場合にも其溶融して居る間に温水を加へ(普通五耗の寒天に二〇耗)液状として検査する、一般に緩衝作用の強い物では稀釋によりてpH價の變ずる事は極く僅かである。酸の溶液の水素イオン濃度は全酸の濃度の平方根に比例し従つて稀釋によるpH價の變化は非常に少くなる。此に其鹽類が混ざる場合には其水素イオン濃度は只酸と鹽との混合割合で定まる。然るに全體を稀薄しても兩者の比は一

ブラウン氏等は此方法を推奨して居る。けれども私の實驗した處では無色の寒天培養基ならば此方法で可なりに測定できるが着色して居る場合には通過して來た光が暗らすぎて其色調が判然せず誤差を生じ易い

定であるから従つて其水素イオン濃度には全く影響かない。吾々が普通に取扱ふ液は右兩者の間と見
るべき物で従つて其變化も其範圍内にありと見てよい。ソレンセン氏の試みたる稀釋とPHとの關係は

濃度(モル立單位)	PH(グリコール)	PH(アセバタギン)
1	六、〇八九	二、九五四
0.1	六、〇九六	二、九七三
0.01	六、一五五	三、一一〇
0.001	六、四一三	三、五二一
0.0001	六、七八二	四、一六六

尙私の實驗の結果によると稻煎汁の如きは緩衝作用が司なりに強くて、之を稀釋しても其PH價の變
化は大ならざる物である事が解る。即ち普通私共の稻藁煎汁を製するよりも殆んど倍の濃さの物を作
らんと欲し二〇〇瓦の細碎せる稻藁に蒸溜水約一五〇〇瓦を加へて煮沸し得たる濾液の量を一〇〇〇
瓦とした(普通は水を加へて二〇〇〇瓦とするのであるが)之を普通の如く三角コルペンに分配し殺
菌せる後是を原液とし其の原液の二五瓦を取りて其水素イオン濃度をヒルデブランド氏電極法にて測
定し然る後之に更に二五瓦の純水を添加し再び其PHを測定し、又更に二五瓦の純水を添加して其PH
價を測定した。斯様にして數回之を繰り返し稻煎汁原液、二倍稀釋液、三倍稀釋液等とした。其稀釋
とPHの變化との關係は次表の如くである。

稀釋度	PH價	HP價の差
稻汁原液	五、〇一	〇、一二
二倍稀釋液	五、一三	〇、一四
三倍 同	五、二七	〇、一三
四倍 同	五、四〇	〇、〇七
五倍 同	五、四七	〇、〇五
六倍 同	五、五二	

即ち稻煎汁に於ても稀釋によるPH價の變化は左程大きな物でない事が分る。

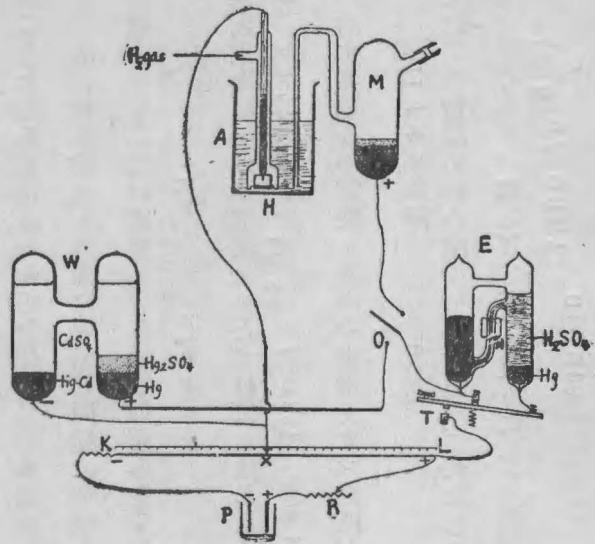
指示薬に二色性のある物例へばブロームフェノールダリユは淺層を通じて見る時は青色であるが深層を通過せる光は赤色である。右の様な指示薬で混濁のある物例は培養基の如き物のPHを測定した場合にも測定の結果が精確を期する事が出来ないから光源から來る光の内赤色か青色の何れか一方を除去した所謂スクリーンを通した光で検査する。此には一尺四方奥行五寸位の木箱に三〇燭光の電球三個を取付け錫片の反射鏡をつける。次に半透紙に〇・六%のケエノールレッド五耗と1 $\bar{5}$ モル燐酸二加里五耗との混合液を塗り濕つて居る内に箱の開いた面に張りつける。此紙を通過せる光は青色が吸収せられて殆んど赤色のみの光であるから之を以て暗室又は寫真用黒布内で比色する。

又可檢液中に蛋白質、蛋白質類似物又は之等の分解物を有する時は、之等を全く含まざる液に比して同一水素イオン濃度にも異なる呈色を示す事がある。此誤差を蛋白誤差といふ。又同一水素イオ

ン濃度を有する溶液も其鹽類含量を異にする時は同一指示薬に對して色の濃度を異にすることがある。斯かる鹽類による誤差を鹽類誤差といふ。此等の誤差は共に餘りに大きくはない。

(5) 水素イオン濃度の電氣的測定法の概略

金屬の棒が其金屬のイオンを含有する溶液に接する場合には其金屬の一部分は溶解してイオン化せんとする傾向即ち溶解壓を生じ之と同時に溶液中の金屬イオンは其滲透壓によりて電氣性を失ひ金屬化せんとする傾向がある。其兩傾向は平衡状態にて止まる。其結果金屬が一部分イオン化した時は棒は陰電性を帯びイオンが一部金屬化した時は棒は陽電性を帯ぶる様になる。何れにしても金屬棒と其溶液との間には電壓を生じ其電壓の大小は金屬棒及び液中のイオン濃度の關係によりて支配せらる。今金屬棒の状態を一定にする時は右電壓の大小は液中のイオンの濃度に支配せらるるから電壓を測定すれば間接にイオン濃度を定める事が出来る。此の理論は水素イオン及水素ガスを以て飽和せる白金電極の場合でも同様であるから液中の水素イオン濃度は液及水素ガスを飽和せる白金電極の間の電壓の測定によりて決定する事が出来る。然し右の様な單極の電壓を直接に測定する方法がないから別に標準電極として電壓既知の電極を補ひ一つの電池を作り此電池の電壓を測定し、之より標準電極の電壓を差引きして水素電極に於ける電壓を計算するのである。即ち圖に就きて説明すると圖中 (K1) は度盛した板に白金及イリジウムの合金の針金を張りたる抵抗線である。(X) は移動し得る接觸點で



右抵抗線と電極とを連絡する。蓄電池(P)は最高二・五ボルトの電圧があり右の電圧は永い間には低落するが實驗中の短時間には一定と見做す。(E)は電流計で圖に示した様な曲管に純粹の水銀及び稀硫酸(二對六)を入れ圖の如くに接続すれば電流の流るゝ間はスイッチ(T)の開閉によりて(N)部の水銀面が上下に動くから此によりて電流の有無を検する事が出来る。

水素電極としては色々あるが吾々の立場からはヒルデブランド電極(H)が便利である。標準電極としてはカロメル電極が普通使用せられ、此は圖の(M)の様に硝子瓶に水銀、水銀とカロメル、カロメルで飽和したNIOの鹽化加里を入れて硝子管で連絡した物である。此電圧は〇・三三七七ボルトである。此他に標準電池としてウエストンのカドミウム電池を使用する。此電池の電圧は溫度等によつて

變化せず常に一・〇一八六ボルトである。(A)部には一の檢液を容れ、電極(H)に水素ガスを通じ飽和せしむ。

以上の装置を使用して水素電極及びカロメル電極よりなる電池の電壓を測定するには水素電極を試験液に浸し暫く水素瓦斯を通じたる後兩極を抵抗線に連絡し接觸點(X)を動かしながら電流計(E)のスイチ(T)を動かし電流計の毛管部(N)の水銀面の運動せざる點を求めて其讀を記載す、同時に溫度を記す。次に標準電池を同様に連絡し同様に實驗したる際の讀みを取る。

今前者の讀みを(f)其の電壓を(E)後者の讀みを(f')とすれば、

$$\frac{f}{f'} = \frac{E}{1.0186} \times 1.96 \log t$$

て、又水素電極に於ける電壓を e とすれば e はEよりカロメル電極の電壓を減じたる物て

$$e = E - 0.3377 \log t = \frac{1.0186}{f'} \times 1 - 0.3377 \log t$$

である。右水素電極の電壓と液中の水素イオン濃度との關係はネルンストの式により

$$PH = \log \frac{1}{H \text{イオン濃度}} = \frac{e}{0.0001983T}$$

であつて此Tは實驗の時の溫度を絶対溫度で表はした物で例ば攝氏二〇度ならば $T = 273 + 20 = 293$ 即ち二九三度である。即ちPHは次の通りにして計算する。但し(t)は溫度(攝氏)である。

$$PH = \left(\frac{1.0186}{f'} \times 1 - 0.3377 \right) \times \frac{1}{0.0001983(273+t)}$$

(四) 普通溶液の水素イオン濃度

以上培養基其他の溶液の反應は酸又はアルカリの分析的の含量又は滴定量によらず其溶液の水素イオン濃度によりて表はすと述べたが、此意味を今少しく徹底する様に普通溶液の pH 價はどれ位の物であるかといふ事を列記して見ると次の様である。(×印は著者の實驗結果である。)

動物質の溶液では

血液	PH 七、四	尿	PH 六、〇
唾液	六、九	胃液(成人)	〇、九—一、六
胃液(幼兒)	五、〇	唾液	八、三
小腸の内容内(成人)	八、三	同上(幼兒)	三、一
汗	四、五	涙	七、二
筋肉汁(新鮮)	六、八	人乳	七、〇—七、二
牛乳	六、六—六、八	山羊乳	六、六
植物質の汁液に就いて記して見ると			
柑橘(ライム)	PH 一、七	同(レモン)	二、二

同(グレープフルーツ)PH三、〇—三、三

同(オレンジ)

PH三、一—四、一

大 黄

三、一

草 莓

三、四

鳳 梨

三、四—四、一

蕃 茄

四、二

洋 梨

四、二

葡 萄

四、五

インドゴムノキ汁

五、七

プラム汁(高壓蒸氣殺菌せる)四、三

林檎汁(高壓蒸氣殺菌せる)三、八

甘蔗汁(同上)

四、六

菜 豆 汁

五、二

胡蘿蔔汁

五、二

胡 瓜 汁

五、一

甜 菜 汁

六、一

馬鈴薯汁

六、一

稻葉壓搾汁

×五、五—六、五

稻葉煮汁

×五、〇—六、五

大麥葉搾汁

×五、五—六、二

普通の植物細胞液

五、三—五、八

尙土壤肥料其他の汁液に就きて例示すれば、

土壤浸液

四、五—八、七

海 水

八、〇—八、四

鑛 水

六、五—七、〇

麥粉浸液

六、〇—六、五

麥酒	PH 三、九—四、七	葡萄酒	PH 二、八—三、八
酢	二、六一—三、一	人尿(成人)	七、一一—七、八
人尿(幼兒)	六、〇—七、〇	牛糞	六、六一—七、二

三、水素イオン濃度測定法の植物病原菌培養研究上に於ける應用

以上縷述して來た處は水素イオン濃度とは如何なる意味であるかといふ事を此方面の豫備知識のない方に傳へる目的なので云はば概念である。而して其測定法の如きも極く簡單な然も比色の方法のみを記したに止まるが、以下之を植物病理學研究の上に應用した例を少しく述べて見たいと思ふ。勿論之は私自身の實驗許りではなく諸學者の研究になるものである。此も今迄の研究結果の凡てを網羅する等云ふ考はなく單に培養に關係のある事に就いて一二の例を紹介して見たいと思ふ丈である。從つて皆様にも其邊を豫め御了解下さる事を願ひます。

(1) 培養基の調製

反應の決定並に調整(標準牛肉浸汁培養基)

培養基の水素イオン濃度の調整は比色測定法の植物病理學上に於ける應用として最も著甚な物の一つである。此に就きては種々の著者によりて複雑な方法が示されて居たが Clark 及 Linds の兩氏の推奨

せる牛肉浸汁製造の方法は次の様である。

大體に調整した炭酸瓦斯を含有する事の比較的少き略 N₁ の苛性曹達と、之を正確に一〇倍に稀釋せる液 (N₁₀ 液に當る) を作る。標準牛肉浸汁は最初の反應として PH_{7.4} を有する様にせねばならぬが、そうする方法を述べて見る。

原浸汁を適當に稀釋し加熱濾過し一%のヘプトーンを加へ一五—二〇分の後に濾過し、水道又は氣温にて冷却し最後の容積よりも多少少き、既知の容積となし其反應と大體調整し其五耗にフェノールレッドを加へて N₁₀ 苛性曹達で PH_{7.4} を示すまでに調整する。例ば五耗を調整するに N₁₀ の苛性曹達〇・八五耗を要したとすると一立に對しては N₁ の液一七耗を要する計算となる。アウトクラブで一五封度の壓で一五分間熱すると多少沈澱を生ずるから之を濾過する。そして反應を檢すること PH_{7.3} よりも多少多くなつたとする。此で多くの目的には充分である。

尙正確に調整するには更に一〇耗の培養液を取りて比色で PH を讀み PH_{7.35} となり、之に N₁₀ の苛性曹達液 〇・一五耗を添加して PH_{7.5} となつたとする。〇・一五耗の添加の爲めに PH_{7.5} 一五増加した故に PH_{7.35} より七・四と 〇・〇五を増す爲めには比例によつて 〇・〇五耗の液を加ふればよゝ事になる。其故に一立には N₁ の苛性曹達液 〇・五耗を加ふればよゝ。

普通の固體培養基の調整に就きて一言すれば膠質培養基は適當の温度で溶解して液體として測定す

る。寒天の場合には斯んな風に出来ない。其で四〇度以上で指示薬の色の變化が分つて居ないから寒天を液状として測定する事は六ヶ敷い。然し純粹の寒天は普通のPHの範圍では少しも緩衝作用を持つて居らぬ故寒天の添加以前にPHを測定したる後寒天を添加するがよい。勿論膠質や寒天のゼルの出来た爲めにPHにどんな變化が起るか判らないけれども、又寒天の場合には普通の緩衝作用のある培養基ならば之を稀釋して液體として其PHを測定する。其測定法に就いては既に述べた通りである。

(2) フーラー度數とPH價との比較又は換算

從來の論文には培養基の反應がフーラーの度數で表はしてあるが培養基の種類によると此フーラーの度數をPH價に換算する事が出来る。クイルク及ファウセツト氏(一九二三)の報告によるとペプトン加牛肉浸汁は其製法が同様であれば從來の方法で滴定酸度で表はした物をPH價に換算する事が出来る。牛肉浸汁の製法も色々あるが(イ)冷水を牛肉の重量の同量乃至二倍位の分量で添加する事、或は(ロ)牛肉の量の同量又は二倍半位の温水を添加するのである。斯様にして作つたペプトン加牛肉浸汁のフーラー度數をPH價に直し又は逆にPHをフーラー度數に換算する方法としては次の式によるとよい。但しFを以てフーラー度數を表はす物とする。

(1) フーラー度數を知りて之をPH價に換算するには

$$8.2 - \frac{F}{10} = PH$$

(二) PH價を知りて之をフリーラ度數に換算するには

$$10(8.2 - \text{PH}) = F$$

右の式は私自身でやつて見た事はないが都合のよい式の様である。

(3) 各種培養基の水素イオン濃度

稻煎汁の如き物は之を製する材料即ち稻の品種材料採取の時期、或は部分等により或は使用する分量の差により或は煮沸時間によりて差異ある物で一様の製品を得る事は勿論不可能な事である。近頃私共の使用して居る稻煎汁製造用の稻藁は稻の可なりに成育した頃に稻藁を刈り取つて之を乾燥保存してゐいた物で使用に當りて必要な丈を取つて培養基を作る様にして居る。其稻藁は神力種である。方法は此迄度々記した事のある様に氣乾の藁一〇〇瓦を一立の蒸溜水に加へ蒸氣釜で半時間煮沸して濾過し濾液に水を加へて全量を一立とした物である。之を普通の稻煎汁として使ふて居るが場合にと加へる水の分量を少しく減じて得た濾液の全量を五〇〇瓦とし倍濃度の液として使用する事もあ

る。
斯様にして製した稻煎汁は其製品によりて其成分に非常な差のある事は想像できるので比重に差があるかと思ふて可なり精密な比重汁で比較して見たが余り差を見付ける事が出来なかつた。

更に此稻煎汁に就きて其の水素イオン濃度を調べて見たが此は其調製した時や材料によりて可なり

の差がある様である。今一例とし私共が度々作つた個々の物に就きて其日附と其時の稻煎汁の水素イオン濃度とを掲げて見ると次の様である。但し此の内大正十四年に造つた稻煎汁は殆んど凡て同じ材料を使つた物である。

調製年月日	水素イオン濃度
大正十一年十一月八日	六、二六
大正十一年十一月二十五日	五、四五
大正十二年五月五日	五、六九
同	五、七七
同	五、一九
同	五、二七
大正十四年六月四日	五、一一
同	五、〇六
大正十四年六月五日	五、〇〇
同	五、〇一
同	五、一三
同	五、二七
同	五、四〇
同	五、四七
同	五、五二
大正十四年六月二日	五、〇八
同	五、一〇
同	五、一二

備 考

右の物を更に三十分間煮沸した物

右の物を更に三十分間煮沸した物

倍の濃度となる様に製し普通に消毒した物

右の液を二倍に稀薄す

同 三倍 同

同 四倍 同

同 五倍 同

同 六倍 同

倍濃度となる様製した物

右の液を二倍に稀薄す

同 三倍 二

本正十四年六月五日

五、一二

普通の方法で作つた物

四、八八

右を三気壓で十五分間高壓殺菌した物

右の數字は此目的の爲めに殊に作つたのが少くて他の實驗記録の中から抜いたのであるが前の時の結果と後のとは可なり異つた數字が出て居るが此は材料が違ふからであつて材料が同じならば之を煮沸消毒する時間が多少異なつて居ても濃度が少し位異つて居ても大きな差はない物の様である。従つて普通の稻煎汁は其 pH が五・〇から五・五（或特別な物では六・〇）と思へば大した誤りはない様である。只高壓で殺菌すると其 pH 價が割合に著しく低下し従つて酸度が増して來るから此點は注意する必要がある。

又稻煎汁の價は之を數回煮沸すると煮沸毎に少し宛 pH 價が低下し酸性を増す様であるが其高壓殺菌の場合の様な事はないから大きな問題ではない。稻汁煎汁培養基を稀釋すると pH 價が多少宛上昇する物で倍稀釋をした際でも其 pH 價の變化は〇、一内外と思へば大した誤りがない。其故製造の時々の差による濃度の變化は非常に大きい物ではない様である。即ち稻煎汁培養基の pH 價は上述の私共の様な方法で調製した物では前述の通り五・〇—五・五或は六・〇と見れば充分である。

右の様な反應を有する物であるが更に之に酸とかアルカリを加へて各種の反應を有する物を作る事がある。斯く酸又はアルカリ液を添加した爲めに生ずる pH 價の變化の状態を表はす爲めには滴定曲

線といふのである。それで稻煎汁培養基に就きて滴定曲線を求めて見た。

稻煎汁の滴定曲線。稻煎汁は私共の常用する方法で製した物である。之を五〇脱宛三角コルベンに分配し之に $\frac{1}{4}$ 規定の鹽酸并に $\frac{1}{4}$ 規定の苛性曹達を種々の分量に添加し其結果如何なる水素イオン濃度を表はすかを測定調査した。水素イオン濃度測定の方法は約一五〇脱宛のビーカーに正確に五〇脱を秤取したる稻汁を容れ之にヒルデブランド電極を挿入し水素瓦斯を通じて讀の一定するを待ち其時の讀より pH を算出した。其結果加へたる $\frac{1}{4}$ 規定鹽酸及苛性加里の量と pH との関係は次表の如くである。此關係を圖示した曲線を滴定曲線といふのである。

稻煎汁五〇脱に對して加へたる $\frac{1}{4}$ 規定の鹽酸及苛性曹達の分量と pH との関係。

加へたる $\frac{1}{4}$ 苛性曹達の量(脱)	pH 價	加へたる $\frac{1}{4}$ 鹽酸の量(脱)	pH 價
0.	5.17	20.0	1.60
0.2	5.63	18.0	1.60
0.4	6.06	16.0	1.67
0.6	6.51	14.0	1.73
0.8	6.88	12.0	1.76
1.0	7.26	10.0	1.83
1.2	7.66	9.0	1.86
1.4	7.96	8.0	1.93
1.6	8.52	7.0	1.99
1.8	8.90	6.0	2.13
2.0	9.16	5.0	2.28
2.2	9.42	4.0	2.47
2.4	9.65	3.5	2.70
2.6	9.79	3.0	2.89
3.0	10.23	2.5	3.14
3.4	10.51	2.0	3.41
3.8	10.81	1.50	3.76
4.0	11.0	1.25	3.90
4.5	11.22	1.00	4.04
5.0	11.45	0.87	4.13
5.5	11.62	0.67	4.34
6.0	11.74	0.47	4.52
6.5	11.86	0.27	4.79
7.0	11.97	0.13	4.91
8.0	12.04	0.	5.19
9.0	12.14		
10.0	12.21		
11.0	12.32		
12.0	12.38		
14.0	12.48		

私が従來稻煎汁寒天培養基を各種の反應にして居た方法を記述して見る。前記の如くに製造した稻煎汁に寒天を二%の割合で加へて固體培基とし之を二〇珩宛三角コルペンに分配し蒸氣消毒を施し、又一方では鹽酸及苛性曹達の二分一、四分一、八分一、一六分一、三二分一、六四分一規定等の溶液を作り之を試験管（硬質硝子の）中で蒸氣消毒し其二珩宛を添加して之をペトリ皿に移すのである。此實際の操作は先づ乾熱消毒したペトリ皿に消毒した酸又はアルカリの二珩宛を添加し之に消毒溶解した稻汁寒天を加へて混合し凝固せしめるのである。斯くして製造した培養基の反應は時によりて多少の差があるから其時々と同様に製して寒天を加へない稻汁に就いて pH を測定して見る事にして居る。其結果の一例を掲げると次の様である。

番號	培養基の組成	pH 價
一	稻煎汁寒天二〇珩 鹽酸四分一規定液二珩	一、六
二	同	二、〇
三	同	二、六
四	同	三、六
五	同	四、四
六	同	四、九
七	同	五、七
八	同	六、七
九	同	七、四

一〇	同	同	同	同	八、七
一一	同	同	同	同	九、一
一二	同	同	同	同	一〇、〇
一三	同	同	同	同	一〇、九
一四	同	同	同	同	一一、六

稻煎汁に就きては右の様であるが其他一、二の培養基に就きて其滴定曲線を掲げて見ると次の如くである。

ポプキンス培養液の滴定曲線。ポプキンス氏が種々の pH の液を調製した際の培養液は左の如き成分の物で割合「ヘルミントスポリウム」菌の發育に適當して居る。

ポプキンス培養液。(米國植物學雜誌九卷一六一頁)

硝酸加里	KNO_3	二、〇瓦
硫酸マグネシア	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	〇、五瓦
酸性燐酸加里	KH_2PO_4	九、〇七七瓦
葡萄糖	$C_6H_{12}O_6$	一〇、〇瓦
蒸溜水	H_2O	一〇〇〇、瓦

此液を五〇瓦宛三角コルペンに分配し消毒したる物に就きて上述の方法で其五〇瓦に對して $\frac{1}{4}$

水素イオン濃度の測定法と其植物病害研究上の應用

規定の鹽酸或は苛性曹達を添加して其水素イオン濃度を私が測定した結果は次表の如くである。

ポピキンス培養液五〇ㄲに對し添加せる $\frac{1}{4}$ 規定の鹽酸及び苛性曹達の分量と PH との關係。

加へたる鹽酸の量 (ㄲ)	PH 價
16.0	1.60
14.0	1.87
12.0	1.96
10.0	2.08
8.0	2.17
7.0	2.22
6.0	2.28
5.0	2.37
4.0	2.46
3.0	2.57
2.0	2.75
1.5	2.96
1.0	3.19
0.7	3.35
0.4	3.62
0.2	4.35
0.	4.92

加へたる苛性曹達の量 (ㄲ)	PH 價
0	4.91
0.2	5.13
0.4	5.31
0.6	5.46
1.0	5.59
1.5	5.83
2.0	5.90
3.0	6.19
4.0	6.33
5.0	6.50
6.0	6.64
7.0	6.75
8.0	6.94
9.0	7.12
10.0	7.30
11.0	7.53
12.0	7.80
12.5	8.03
13.0	8.27
13.5	9.33
13.75	9.65
14.0	9.97

カルラー及ウエツプ兩氏は甜菜煎汁、リチャード氏液、ペプトーン水、ペラフラー氏液、及チャペラク氏液等の各種の液體培養基に就き其測定曲線を出して居る。此は培養基製造の場合等に参考となる處があると思ふから引用して見る。次の表が即ち其である。此表では甜菜煎汁、リチャード氏液、ペプトーン水及ペラフラー氏液は其三〇ㄲを取り、之に N 5 鹽酸又は苛性曹達を二〇、一五、一〇、九・五

蛭といふ風に各種の分量に添加し、之に水を加へて全量が五〇蛭となる様にして、此等各液に就きてクラーク氏の比色法で價を測定したのである。即ち表の第一段數字は各培養液三〇蛭に對して添加したN₅鹽酸の分量(蛭)で第二段は同じくN₅苛性曹達の分量である。而して第三段以下第六段は第一又は第二段に示す量を加へ更に水を加へて全體を五〇蛭とした際のPH價を示した物である。

又此表の第七及八段のチャベック氏液の場合も略之と同様であるが只第七段の數字はN₅鹽酸とN₂₀苛性加里液とを第一段又は第二段の分量に添加した際のPH價を示し、第八段の數字はN₁磷酸を第一段の量にN₂₀苛性曹達を第二段の量に添加した場合のPH價である。

培養液の滴定曲線(カルラー氏等に據る)。

三〇蛭の培養液に添加せる		培養液(上記の量に更に蒸溜水をしてPH價を加へて全量五〇蛭とせる)				チャベック氏液	
N ₅ 鹽酸の量(蛭)	N ₅ 苛性曹達の量(蛭)	甜菜煎汁	リチャード氏液	ペプトリン水	ベツフアー氏液	N ₂₀ 苛性曹達	N ₁ 磷酸
二〇	一、二	一、二	一、二	一、四	一、四	一、三	一、六
一五	一、二	一、二	一、二	二、〇	一、五	一、三	一、六
一〇	一、二	一、六	一、四	三、〇	一、五	一、三	一、六
九、五			一、四		六、一	一、三	一、六

〇、七五	一	一、五	二	二、五	三	三、五	四	四、五	五	五、五	六	六、五	七	七、五	八	八、五	九
四、五	四、四		三、八	三、六	三、四		三、一		二、六		二、三		二、一		一、九		一、七
	二、四		二、二		二、〇	二、〇	一、八	一、八	一、七	一、七	一、七	一、六	一、六	一、六	一、五	一、五	一、五
	五、四		四、九		四、四		四、二		四、〇		三、八		三、六		三、四		三、二
	二、八	二、七	二、四	二、三	二、三	二、三	二、一	二、一	二、一	二、〇	一、九	一、九	一、九	一、八	一、八	一、七	一、七
	二、五	二、四	二、三	二、二	二、一	二、〇	一、九	一、九	一、八	一、七	一、七	一、六	一、六	一、六	一、五	一、五	一、五
	二、四	二、三	二、三	二、二	二、一	二、〇	二、〇	一、九	一、九	一、八	一、八	一、八	一、七	一、七	一、七	一、七	一、六

										〇、五	〇、二五	〇
											〇、二五	〇、七五
				一、〇+								
					九、八			八、八				
									七、〇	六、四	五、六	五、四
											五、二	五、〇
												四、八

二〇	一五	一〇	九、五	九	八、五	八	七、五	七
九、一	八、九	八、八	八、七	八、七	八、七	八、七	八、七	八、六
			一〇、〇+	一〇、〇+	一〇、〇+			一〇、〇
九、六	九、四	八、四	八、三	八、二	八、〇	七、八	七、六	七、四
九、八	九、八	九、二	九、一	八、九	八、六	八、〇	七、七	七、六
			九、二	九、〇	八、七	八、二	七、九	七、七

四、稻胡麻葉枯病菌の發育並に侵害性に及ぼす水

素イオン濃度の影響

今迄申述べて來た處は一般水素イオン濃度測定の方法と植物病害發生又は植物病理研究上に於ける水素イオン濃度と關係ある事項に就きてである。が以下私共が久しく研究して居る稻胡麻葉枯病菌の培養基上に於ける發育並に該病の侵害發生と水素イオン濃度との關係に就きて研究した處の概略を申述べて見度いと思ふ。それで (一)分生孢子の發芽 (二)菌叢の發育 (三)分生孢子の形成 (四)稻

胡麻葉粘病菌の病原性等に及ぼす水素イオン濃度の影響と順を追ふて述べて行きたいと思ふのである以下述べる處で私共のやつた實驗の方法は詳細に記し、其結果は概要を記すに止めたいと思ふので數字等は殆んど省略した。此に就いては何れ他の機會に詳細に述べ得る事と思ふ。

(一) 分生孢子の發芽に及ぼす水素イオン濃度の影響

稻煎汁に於ける分生孢子の發芽

一般に孢子の發芽試驗の方法として普通に用ひらるる懸滴培養の方法は、供試液の量の少ない事、小滴の蒸發によつて液の成分の變化する事、小滴の周圍にある孢子が其表面の作用を受けて内部に潜在して居る孢子とは異なる生長をし不均一な發芽をする。其故に Hersh(1922) 氏は之の懸滴培養は不適當であるとして時計皿を使用する事を推奨して居る。此時計皿の方法は懸滴よりはよい處が多いけれども孢子發芽に對する水素イオン濃度の影響を調べる際の様な場合には餘りに適當でない事を見出した。殊にアルカリ性の培養液では空氣中の炭酸ガスに觸れて其價が變化する様である。其故に私は少量の液と空氣との接觸面の多い時計皿を使用するよりは、次の様な方法でペトリ皿を使用する事がより適當である事を見出した。私の方法は極く小形の孢子の場合には、或は液の種類によりては不適當であるかも知れぬが、少くともヘルミントスボリウム菌の様な場合には極めて適當である事と思ふ。

豫め殺菌したカバーグラス又はスライド硝子の上に分生孢子の浮游した液を塗布し、清淨な室内で

扇風機をかけて乾燥し、其後スライト硝子をペトリ皿に移し、之に各種の pH 價を有する液を一定量（私は二〇瓩宛）注入するのである。私は pH 價を色々にした稻煎汁二〇瓩宛を直径一〇厘のペトリ皿に注入し攝氏三十度の定温器に一定時間保ちた後スライド硝子を取り出し之をホルマリン液中に浸し其後の發芽生長を止めおき、其發芽の狀況を檢查した。此方法は多量の液を使用し殆んど一様の状態で發芽せしむる事が出来るのと、スライド硝子であるから検査が容易な事、又各種の時間を經た物を随意に取出して検査し得る事等の便がある。殊に殺菌力を比較する場合等は特に便利であると思ふて居る。

右の様にして調べた結果の極く概要丈を述べてみる。

(1) 發芽歩合

前述の様に稻煎汁に鹽酸又は苛性曹達を加へて、一・六、二・〇、二・六、三・六、四・四、五・〇、五・八、六・七、七・四、八・四、九・一、一〇・〇、一〇・九、一一・六等の pH 價を有する培養基を作り、之に就いて上述の方法で發芽を檢して見た。攝氏三〇度で三時間を経過した際の發芽歩合を調べると、pH 二・〇では發芽なく二・六で極く僅かに發芽し三・六になると七七%以上となり、四・四乃至九・一では凡て九〇%以上の發芽歩合を示す。而して pH 一〇になると七四%となり一〇・九では九・一%と激減し一一・六では少しも發芽を見ないのである。此は或る一實驗の結果であるが其後の實

験でも之と略同様の結果となつて居る。

(2) 發芽管の長さ

前述第二の實驗の際に攝氏三十度で三時間の後に觀察し發芽管の平均の長さを測定調査した結果に就て述べて見ると發芽管の全長は、 $20.6 \cdot 6$ で最大で其から酸又はアルカリの兩側に向ふて漸減する様である。但し pH5 の邊りては其曲線が多少窪んで居る。

(二) 菌叢の發育に及ぼす水素イオン濃度の影響

(1) 稻煎汁の水素イオン濃度の影響

液體培養基——に於ける菌叢發育は前述の分生孢子の發芽の時と全く同様で稻煎汁を製造し、之を五〇瓩宛三〇〇瓩容のエルレンマイヤー、フラスコに分ちて消毒し之に殺菌した各種濃度の鹽酸或は苛性苛達を加へ之に稻胡麻葉枯病菌を植付けて發育の状態を檢査し、二週間の後に其形成せられたる菌糸の乾燥重量を測定し、其結果によりて各種水素イオン濃度の培養液に於ける發育を比較して見た。

固體培養基。一般に菌の生長は平面的のみの物ではなく従つて固體培養基上の菌の平面的生長のみを比較する事は多少不穩當の處がある。即ち平面的に同じ直徑の菌叢を生じたとしても其立體的の生長の差、言ひ換へると氣中菌糸形成の分量の如何によつて又其菌糸の形成量には可なり差が表はれることになる。けれども又色々便利な點がある。例ば測定が容易であり又生育中に何回も測定する

事が出来て生育各期に於ける發育に差のある様な場合でも液體培養では最後に一回測定する丈であるから誤つた結果を得る事があるが固體ならば其各時期に於ける發育速度を知る事が出来る。又培養中に他菌の混入した様な際にも明らかに之を見出す事も出来る。

右の様に固體培養基にも其々の便宜があるので稻煎汁寒天の固體培養基に就きて實驗したのであるが其結果の概要丈を掲げると次の様である。

即ち前に申述べた様に色々の PH 價を有する培養基に稻胡麻葉枯病菌を植付けて略攝氏三〇度で培養し二日、四日及六日の後に其直徑を測つたのである。其結果によると PH 七・四附近で最も良好なる發育をなし其兩側では發育曲線が漸次に低くなつて居る。但し PH 五・〇の附近では曲線の傾斜は多少緩である。大體としては分生胞子の發芽管の生長を表はした曲線と同様である。

(2) 合成培養基の水素イオン濃度の影響

豫め、菌類の培養に普通に使用せらるゝ種々の培養基に稻胡麻葉枯病菌を植付けて發育の具合を調べて見た。其使用した培養基としては Richard, Coons, Currie, Meyer, Pfeffer, Czapek, Uschinsky, Hopkins 等の諸氏の處方による培養液である。

此等の培養基に就きて其何れに最良の發育をする物を調べて見た處が Hopkins, Richard 等の液が割合に宜しかつたので此等に鹽酸及苛性曹達を加へて各種の PH 價を有する物を作り之に稻

胡麻葉枯病菌を植付けて見たのであるが其何れも大體稻煎汁に於ける發育と似通つた發育をした。

(三) 分生孢子形成に及ぼす水素イオン濃度の影響

(1) 分生孢子形成の PH の範圍

液體の稻煎汁培養基では PH₄・〇—四・二から PH₉・五—一〇・〇までの範圍の PH 價の處では分生孢子の形成がある様である。液體培養基の場合には菌糸が發育して菌叢が出来ても其が器底に沈在し殊に酸性反應の培養基では菌叢が器底に沈在し表面に到達するに至らないから分生孢子の形成がないといふ事がある。けれども固體の場合には菌糸の發育する處には分生孢子の形成がある。即ち PH₁・六乃至一〇・八の間では分量の差はあるが分生孢子の形成がある。

(2) 分生孢子形成の分量

分生孢子形成の分量は酸性とアルカリ性で異なる様で之を調べる爲めに形成する範圍の可なり強い酸性 (PH₃・六) とアルカリ性 (PH₁・〇・〇) に就いて菌糸の生成されてから六日を経た部分の一定面積上に出来た分生孢子の數を調べたのである。そして一平方耗の培養基面に出来た分生孢子の數を比較して見ると PH₃・六では八三・一個 PH₁・〇・〇では一七三・一個であつてアルカリ性の培養基では酸性に於けるよりも孢子形成の量の多い事が分る。

(3) 擔子梗の形態

酸性の培養基、即ち $\text{pH} 2.6$ 位の培養基に生育した基中菌糸は僅かに着色して居るが空氣中の菌糸は着色がないか又は稍淡く着色して居る。擔子梗は其空氣中の菌糸と殆んど區別がなく可成りの長さ延びてから其先端に胞子を形成するといふ様な有様である。従つて擔子梗の色も大變淡い。そして何處から何處までが擔子梗であるかといふ區別が判然しない。けれども大凡 $240 \sim 700$ ミクロン平均 571 ミクロン位として宜敷い様である。

然るに鹽基性の $\text{pH} 10.8$ といふ様な培養基に出來た擔子梗は暗橄欖色で培養基中の營養菌糸の着色のうすいのに比べて著しい差がある。營養菌糸との境目の處は色のみならず太さが急に増して居るので其境界が判然と認められる。長さはずつと短かくて $12 \sim 365$ ミクロン平均 280 ミクロンで酸性の培養基に出來た物の約半分である。

(4) 分生胞子の形態

分生胞子の着色に就いては何れも全體橄欖色であるが $\text{pH} 2.6$ の培養基で出來た物では之に著しく縁を帯びた明るい色であるがアルカリ性の培養基に出來た物は之に反して褐色が多く入つて居る。従つて非常に暗い感じの色である。其中間の pH 價の處に出來た胞子では色も其間を移りかはつて行く。分生胞子の形狀に就いては餘り著しい差異を認め得ない様である。

分生胞子の大きさに就いては色々の pH 價を持つた培養基に植付けて攝氏 30 度に保ちて、之に形成

さるゝ胞子に就いて測定比較して見た結果一定の關係を見出す事は出来ないかの様である。詰り pH 價の變化による胞子の大きさの差は大した物でないといふて宜敷い様である。

(四) 稻胡麻葉枯病菌の病原性と水素イオン濃度との關係

(1) 稻胡麻葉枯病菌の侵害と其接種滴の反應との關係

稻胡麻枯病菌が稻葉を侵害せんとする際其接種滴の反應に差あらば之によりて起る接種にも差異あるべしとは吾々此方面の事に従事し居る者の考ふる處である。私は此點に就きて少しく實驗して見度いと思ふて、胞子を撒布する液の反應を種々にかへて各種の反應を有する胞子浮游液を作り之を稻葉に撒布して見た。

即ち五〇毫の稻汁に三二分一、二八分一規定の鹽酸並に一二八分一、三二分一、八分一規定等の苛性曹達を添加し三・六四—九・九八の pH 價を有する胞子液を得て之を稻葉に撒布し、病班の發現する様子を調べて見た。夏期の室温で十六時間の後検査したが何等肉眼的の病班を認むる事が出来ず。更に翌々日、接種後四十時間の後に検査した時は病勢の進みすぎたるの觀があつたが。其被害は大體次の様であつた。+印の多い程非度く被害を受けたのである。

稻胡麻葉枯病菌の接種滴の反應と發病との關係

番號	添加液の種類	水素イオン濃度	被害の度合	被害の順位
一	三二分一規定鹽酸	三、六四	+	五
二	二二分一同	四、九〇	++++	二
三	二八分一同	六、七三	+++++	一
四	三二分一同	八、六八	++++	三
五	八分一同	九、九八	++++	四

上記の實驗から稻胡麻葉枯病菌は其接種滴の反應が少しく酸性である方が侵害性の大きいといふ事は大體了解出来る。けれども上の實驗では各種反應の胞子液は胞子の混在して居る割合が必ず同様であると云ふ事が出来ない。従つて葉面に撒布された胞子の分量にも差があるかも知れない。此の胞子撒布量の不均一を除く爲めに稻を植付けた數多の瓶を併立せしめて之に胞子液を一樣に撒布し其儘放置して一旦乾燥せしむる。私のやつた結果では無風の室内に一時間を放置すると胞子液は乾燥して露滴として認める事が出来なくなつた。此に次表に示す様に PH_{3.4}—1.0 の稻汁及 5.0 分一モルの酸性磷酸加里液に鹽酸及苛性加里を加へて PH_{3.1}—9 とした各種の PH 價を有する物を再び撒布し 2 鐘内に被ふて置いた。斯様にして接種三日の後に調査した結果は左表の如くである。

稻胡麻葉枯病の接種滴の反應と其發病との關係

號番	稻の煎汁		各稈上の平均	各稈上の葉の全平均	葉長一種當り病斑數
	添加液の種類	水素イオン濃度			
一	三二分一規定鹽酸一〇此	三、四	一九六	一九四	一〇、二
二	一二八分一同	五、〇	二五五	一三五	一五、七
三	一二八分一同苛性曹達同	六、六	二三七	一五九	一四、九
四	三二分一同	八、三	一九四	一五九	一五、九
五	八分一同	一〇、〇	二〇七	一二五	一六、六
酸性磷酸加里の溶液					
一	二五分一規定鹽酸	三	三、二	二一四	一、五〇
二	同	四	六	一三三	〇、四五
三	五分一規定苛性曹達	五	六	一一一	〇、五〇
四	同	六	七	一六六	〇、四
五	同	七	七	一六五	〇、四七
六	同	八	四	一二九	〇、五一
七	同	九	二	一二三	〇、一六

前の實驗では多少酸性の方が病斑が多かつたが此表の結果によると接種滴の反應と病害發生との間には殆んど何の關係も認め得ない物の様である。要するに稻胡麻葉枯病菌の發生侵害と接種滴の反應

水素イオン濃度の測定法と其植物病害研究上の應用

との間には大きな關係がないといふて大した間違ひはない様である。

(2) 各種の反應を有する培養液に稻を栽培せる際の

其胡麻葉枯病に對する罹病性に就きて

上述せし處の様に稻の胡麻葉枯病菌は其培養基の反應即ち水素イオン濃度の變化するに従つて其發育の模様にも著しき變化を呈する物である。従つて稻の品種又は其栽培方法の差によつて稻の細胞汁液に何等かの變化が起り得るならば之に寄生する稻胡麻葉枯病菌の發生にも差がある筈である。普通の水田に栽培した際には各品種の間に其細胞汁液の水素イオン濃度の變化は餘り著しくない事が分つたが更に二三の品種につきて其栽培法の差によりて其稻の細胞汁液の水素イオン濃度又は稻胡麻葉枯病菌に對する罹病性に差あるや否やを知らんとして實驗に着手した。

水稻の水耕培養

右の目的の爲めに先づ各種の水素イオン濃度を有する水稻の培養液を求めて見た。而して此目的には其水耕用の液が強き緩衝作用を有し、且つ多量の液を常に取りかへる必要からなるべく組成の簡單な物を求めたのである。此目的に先づブライアン（一九二二）氏が水素イオン濃度と大豆の根疣の形成と生長との關係を調査する爲めに使用した處のシャイプ氏培養液を使用する事にした。其組成は次の様である。（Soil Science vol. 18 p. 271—287）

第一液 硝酸石灰 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 100瓦 蒸溜水500瓦

第二液 硫酸苦土 MgSO_4 50瓦 同

第三液 酸性磷酸加里 KH_2PO_4 50瓦 同

第四液 鹽化第二鐵 FeCl_2 11.5瓦 同 300瓦

右四種の溶液を作つておき使用に當りて第一、二及三液の各100瓦宛を取りて之に蒸溜水を加へて全體を四立とし之に第四液の一〇滴を添加する。之に硫酸及苛性曹達を添加して、 pH 三、五、七及九の價を有する液を得んとしてクラーク氏の標準液に比較して比色法によりて之に添加する硫酸及苛性加里の分量を計算した其結果は次の様である。(使用しか酸及アルカリは有合せの物である)

番號	水素イオン濃度	使用した色素	添加液	培養液一立當添加量
一	pH 三	ブROOMフェノールブリユ	二五分九規定硫酸	三〇瓦
二	五	メチルレッド	同	〇・二同
三	七	フェノール、レッド	二〇分三規定苛性曹達	一二・〇同
四	九	クレソール、フタレイン	同	二七・〇同

砂耕に使用した砂は普通の川砂で篩によりて二一〇・五耗の大きさの物を取つた。之を濃厚鹽酸に浸漬する事一夜の後充分洗滌して使用した。同時に高さ一五厘直徑一〇厘の硝子瓶に右の砂三〇〇瓦を

容れ更に之に上述の培養液を三〇〇—四〇〇ccを加へた。

大正十二年八月三十日斯くの如くにして準備した砂耕用瓶に豫め準備栽培して置いた高さ一五—二〇種に生長せる稲苗を各瓶に三本宛植付けた。其三本の苗には畿内支場早生四一號、畿内支場大場二號、旭の各一本宛を配する事にした。其後砂耕瓶内の反應をなるべく整一に保つ爲めに一日隔に培養液を取り換へた。

右の様にして二週間稻を砂耕した後九月十三日になつて稻胡麻葉枯病菌第四五系菌の胞子を撒布接種した。接種後普通の如くに濕氣を保つ様にして三日を経てから結果を調べた。其本病に最もかゝり易い旭に就いての結果は次表の様である。

稻の水耕培養液の pH 價	之に生育せる稻の罹病の度合 葉長一糎に生ぜる病斑の數
九七五三	一四、八 七〇、八 八、一

大正十三年八月十六日更に前回同様に準備して砂耕培養瓶に吉備穗×神力の苗を植付け其後同様の方法にて液を取換へて約二週間培養した。斯くて八月三十日に至りて稻胡麻葉枯病菌第四五系菌の胞子を稻煎汁にて胞子液を作りて撒布した。而して普通の如くに硝子鐘にて被ひおき九月十二日に至りて結果を検査し供試各稻の葉につき病斑數、葉長を測定し左の如き數字を得た。

水素イオン濃度	病斑一本當り平均	葉長平均 (耗)	葉長一種當り平均	接種本數	順位
PH 三	二〇、一	五八、七	三、四三	一三	四
" 五	一五、七	一一五、四	一、三六	一〇	三
" 七	七、〇	七〇、六	〇、九五	一一	一
" 九	八、一	六六、三	一一、二二	九	二

右表の表はす如く其病斑數に於て酸性の培養液に生長せる稻は被害が大であるが、尙其一個の病斑の大きさに於ても酸性液に生長せる稻はアルカリ性の場合よりも多し。

PH 三の液に生せる稻の病斑の長さ 二一一耗 平均四、九五耗

PH 九 同 一一二耗 平均一、四二耗

ター及ノーブル (Tarr. L. W. & S. C. Noble) 兩氏は幼苗の生長に對する水素イオン濃度の影響を研究するに際し其目的に適する PH を有する培養液を求めんと欲して十種の培養液、即ち A. C. Whittier の液三種 Shreiner & Skinner, Hartwell and Wheeler, Knop, Pfeffer, Tottingham, Shive Mc Call 等の培養液に就きて試験せし結果 Mc Call 液を最適當であるとして居る。其の組成は

- 硝酸カルシウム 〇、〇一八二五分子
- 硫酸マグネシウム 〇、〇〇五〇五分子
- 酸性燐酸加里 〇、〇〇八二五分子

水素イオン濃度の測定法と其植物病害研究上の應用

を含有する。右液の様な物では其水素イオン濃度は其に存在する酸性燐酸加里の量によりて變化する物であつて、右の液では $\text{PH}4.4$ になつた。ダッガー氏は酸性燐酸加里を含有する液の PH 價を定める事の困難な事を記し Duggar 氏溶液では其酸性燐酸加里の含量によつて $\text{PH}3.5-4.5$ の液を得たと報告して居る。右の様に變化の少ない PH 價を得る事が困難であるから培養液が充分に緩衝作用を有する様にする必要があるので氏は次の様な風にして培養液を調製した。

氏はなるべく純粹な藥品を使用して次の各種の液を作つた。

磷 酸	一 規定液
苛性曹達	同
硝酸加里	一 立中 九四、二九九瓦
硝酸曹達	同 一七〇二〇瓦
硫酸マグネシウム	同 二四八、二一瓦
鹽化カルシウム	同 一一一、〇〇瓦

右の各液を左記の分量宛取つて之を三立の蒸溜水中に添加した。

燐酸溶液	七三、九六坩
硝酸加里液	九、〇〇坩
硝酸曹達液	二二、五〇坩
硫酸マグネシウム液	一五、〇〇坩
鹽化カルシウム液	七、五〇坩

酸性フタル酸加里 (毎回秤量し三立につき) 三、〇六二一瓦
 磷酸鐵液 (一坩中 $\text{FePO}_4 \cdot 0.00111$ 四瓦) 二四滴

右の様にして調製した液三立に對して苛性曹達一規定を左記の各種の量に添加してPH三乃至PH八迄の種々のPH價の物を作つた。

PH價三	苛性曹達の一規定液の添加里	一六、五〇
四		二五、七一
五		三六、七五
六		四五、九〇
七		五七、三〇
八		七〇、八〇

培養基の調製には上記の順序で先づ磷酸液を添加し最後に苛性曹達を添加する様にして居る。

私も右と同様にして各種のPHを有する培養基を作つて其を電氣法でヒルデブランド電極を使用して検査して見た其結果の一例を示すと次の様になる。

番號	ターム及ノープル所定のPH價	余の實驗にて得たるPH價	PH價の差
一	PH 三	PH 二、九九	(-) 〇、〇1
二	PH 四	PH 四、一四	(+) 〇、一四

三	五	五、一二	(十)〇、一二
四	六	五、六六	(二)〇、三四
五	七	六、六二	(二)〇、三八
六	八	七、四四	(一)〇、五六

液の取換へに就いては右兩氏は可なり面倒な事をやつて居るが私は砂耕液中に浸した硝子管からサ
イフォンで液を棄て新液を注入した。大抵隔日に一回取換へて行つた。右の *Fair* 及 *Noe* 兩氏の
液は麥の發育が悪るいが、其がフタル酸鹽の存在する爲めであるから此を使用するのはよくないと
いふ報告も出て居るが私が稲に就いてやつた實驗の範圍では大した不利も見出さない様であつた。右
の液でも之に稻を培養して見ると其培養中僅か二日の後でも其 pH 價に可なりの變化が起る物の様で
あつた。特にアルカリ性の液に於て甚だしい様で其變化の pH 價一に近くなつた物も出來た。又培養
中一種綠藻の發生し爲めに pH 價の一層速かに變化する様な事もあつた。

此培養液に稲苗を植付けて隔日に液を取りかへて稻を生育せしめ二週間を経て後に前と同様の方法
で稻胡麻葉枯病菌の胞子を接種した。其結果は大略前述の實驗と大差なく胡麻葉枯病の病斑數は酸性
の部分に生育した稻にはアルカリ性の液に生育した稻に於けるよりも比較的多い様であつた。詰り酸
性に生育した稻はアルカリ性に生育した稻よりも罹病性が多いといふ事實を認める事が出来る。

(3) 實際圃場に於ける本病の發生と其土壤の水素イオン濃度との關係

以上述べ來つた様に各種の反應の溶液内で生育した稻の胡麻葉枯病被害の度合を比較して見ると酸性の部分に生育した稻の方がアルカリ性の液に生育した稻よりも被害が多少多いといふ事が認められたのであるが更に實際圃場の場合を考へて見度い。從來稻胡麻葉枯病は瘦地に多く發生するといふ事は一般に認められ各種の病理學書に記載されて居る。けれども原攝祐氏は嘗て本病は酸性の處に多いからとて石灰施用の必要を説いて居る。又稻胡麻葉枯病の發生は赤土の酸性を帯びた處が多いといふ事は否定する事の出來ない事實である。又海岸の干拓地の様な處で干拓後相當の時日を経て可なりアルカリ性になつて居る様な處又は灌漑水がアルカリ性である様な處では本病の發生が殆んどないと云ふ事實がある、藤田組の兒島灣開墾地の如きは其例で本病の發生が非常に少ない様である。

前に記した様に稻胡麻葉枯病菌の發育し得る PH の範圍は非常に廣く PH 二・六から PH 一〇・九位までの範圍で發育する事が出来るが水稻の細胞汁液は殆んど價が決つて居り私が多くの種類に就いて測定した結果では PH 五・〇—六・五の範圍で多くの物は五・五—六・〇の間と見てよろしい位である。又土地の反應が異つて居ても其に生育する稻の細胞汁液の反應には多少影響するとしても直接非常な差が表はれる譯でもないのである。従つて酸性の土地に出來た稻が胡麻葉枯病にかゝり易いといふ事は葉の細胞液の反應が菌の發育を抑止するといふ事ではないが、其反應によりて稻葉の生活機能が變化し胡麻葉枯病が發生侵害し易い状態となるのではなからうと考へられる。

五、摘 要

(一) 以上記述した處は水素イオン濃度の比色測定の方法と、之が植物病害研究上に於ける應用の一端、殊に稻胡麻枯病菌との關係の實驗的研究の概要である。而して其前半は單に水素イオン濃度の概念を説明し之が比色測定の方法をクラーク及ラブス氏法によりて説明したに過ぎないのである。只私の實驗結果から、比色に使用する標準緩衝液等の調製は從來多くの著書に見る様な面倒な方法でせなくとも、藥品の純粹な物を選び注意して調製すれば此報文に記した様な簡便な方法でも大した誤差の出る物でないといふ事と其出來上つた標準液は電氣法で檢定して使用すればよいといふ事を記した。

(二) 次に水素イオン濃度測定法の植物病原菌の培養研究に上於ける應用の一例として、肉汁寒天培養基の反應調整法、及び其ノードラ度數ととの比較等を掲げ、更に稻煎汁其他の培養基に就き其水素イオン濃度并に滴定曲線等をも實驗結果から稍詳細に記述した。(三) 稻胡麻葉枯病菌の發育に及ぼす水素イオン濃度の影響として(1) 分生胞子の發芽(2) 菌叢の發育(3) 分生胞子の形成分等に及ぼす影響、及び稻胡麻葉枯菌の病原性と水素イオン濃度の關係として(1) 接種滴の反應と病菌の侵害との關係(2) 各種反應の培養液に砂耕培養せる稻の罹病性の比較(3) 實際圃場に於ける本病發生と其土壤の反應との關係等に就きての觀察或は實驗的研究の結果の概要を記載したのである。(右に記述する處は大正

十四年十月岡山市に於ける著者の原稿を多少修正した物である。)