

農林省米穀利用研究所編

米穀利用研究所報告 第一號

死物寄生菌により貯藏米穀の毒素成生
に関する研究



始



142

979

約本

米穀利用研究所報告

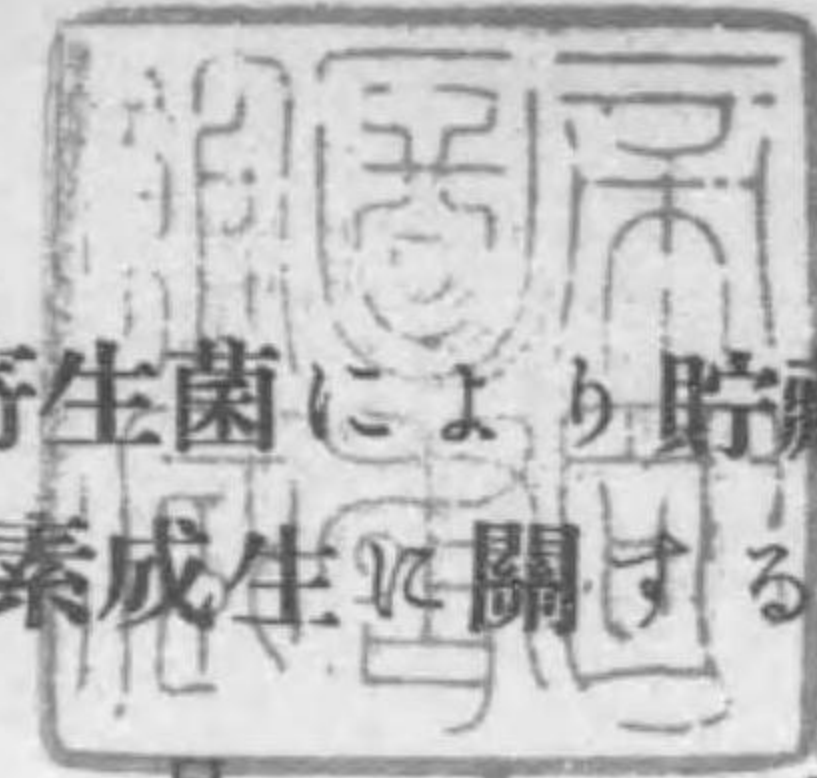
第一號

昭和十五年三月

農林省米穀利用研究所

1424
979

死物寄生菌により貯蔵米穀の 毒素生成に関する研究



目 次

緒 言	1
文 獻	1
黄變米の分布	3
黄變米菌の分離及接種試験	3
黄變米の病徴	5
肉眼的病徴	5
顕微鏡的病徴	6
米粒内に黄變米菌の繁殖條件	6
米粒内黄變米毒素の分布	7
米以外の穀類に黄變米菌の繁殖試験	8
黄變米菌の形態	10
營養菌糸	10
氣生菌糸	10
接子梗	10
胞 子	11
胞子の發芽	11
培養上の特徴	12
黄變米菌の生育と温度との關係	13
動 物 試 験	17
試験材料調製法	18
注射 試 験	18
黄變米粉にて飼育試験	19
黄變米抽出毒素にて飼育試験	22
加熱が毒素に及ぼす影響	25
黄變米中毒症狀と「ビタミンB」缺乏症狀との比較	26
結 論	28
参考文献	29



14.24
979

死物寄生菌により貯藏米穀の毒素 成生に関する研究



三宅市郎
藤田廣
内角
手角
技手
雇

緒言

米は吾人の主食物として最重要なる食料なるが、其貯藏中に各種微生物の寄生を受くるは止むを得ざる所なり、而して若し此米穀が微生物の作用により毒素を成生すること、恰も肉類が細菌により所謂「プトマイン」なる毒素を生ずると同様の現象あらんか、之は吾人米食人種に取り問題とすべき事にして、一日も速に其原因を闡明し之が防除の方法を講ずべき要あるは言を俟たず、予等は米穀貯藏中に於ける變質を研究するの傍、此有毒物質成生をも考慮して研究を續けたる結果、漸く最近に至り斯る毒素形成能力ある微生物の存在を知り、併せて之が全國一般に分布せるものなるが如きにより、茲に先づ其一端を發表し識者の御叱正と御注意とを乞はんとす、尙毒素の性質人體に及ぼす影響等は夫れ夫れ適當なる専門家の御研究に待たんとし、目下進行中なれば機を見て本報の不完全なる所を補ひ發表する所あるべし。

死物寄生菌にて米粒上に繁殖し毒素を生ずる微生物として、予等の現在研究しつつあるは一種の菌類にして、其寄生の結果米に黄色を帯びしむるにより、本研究に於ては此を黄變米と呼び、其菌を黄變米菌と稱せんとす、菌の分類學上の位置は麴菌科 *Aspergillaceae* の中 *Penicilium* 屬のものなるが種名は未だ考定せず詳細は追つて發表する所あるべし。

文献

所謂真菌類 *Eumycetes* に屬するものゝ内、動物に有毒なる物質を生じ又は含有するものゝ多數は、高等菌類と稱せらるゝ擔子囊菌類 *Basidiomycetes* にあり、之よりも下等な

りとせらるゝ子囊菌類 *Ascomycetes* 及び藻菌類 *Phycomycetes* に至りては極めて寥々たるものにして、毒麦 *Lolium temulentum* L. と麥角菌 *Claviceps purpurea* TUL. とは其主なるものなるが、此等は何れも活物に共生又は寄生をなすものにて、今吾々の研究中のものとは大に趣を異にす。

死物寄生菌にて動物に有毒なる物質を生ずるものとして、Pellagraなる病氣は、玉蜀黍に *Aspergillus fumigatus* の如き菌の寄生せるものを食するによりて起るものなりとの説あれども、此等は一般學界に認められざる所なり。

翻て米食人種には、脚氣又は「ベリベリ」なる原因に就いて議論多き病氣ありて、此研究に當りて米と微生物とに關聯して諸種の研究報告の出版せられたるもの少からず、然れども多くは信を置き難きものなるにより、斯るものゝ皆省略して茲には極めて重要なる歴史的價值ありと認めらるゝもののみを挙げんとす。

死物寄生菌により貯藏米穀に毒素の成生を初めて發表せしは榊原二郎氏にして實に明治21年の昔なり、氏は「微米の毒物學的研究」第一報として東京醫學會雜誌に堂々たる大著を載せたり、氏は脚氣病中毒説を確信して、米の活物寄生菌より始めて死物寄生菌迄種々のものに就いて研究し、其中前者には毒性なきも後者には毒性あるものありとし、其毒素の抽出を行ひ之を蛙、家兎、天竺鼠等を用ひて試験し、其中には心臓肥大を起して死するものあるを報告したり、氏の研究は其當時としては實に精細を極め敬服に値するものあるも、遺憾ながら氏は當時自然にありし微米に就いて試験したるのみなりしより、其後此説は全く顧みられざるに至れり。

次に貯藏米穀の死物寄生菌問題とは異なれども、照内豊氏は昭和3年日本內科學會雜誌に「白米に含有せらるゝ毒物「オリザトキシン」に就て」と題し第一報を出し、爾後引續き多數の報告を出されたり、氏は白米自體に毒素を含有すと唱へられたるも、氏が純粹なりと思はれし米も實は死物寄生菌を多數に含めるものなることは想像せらるゝ所にして、氏の米固有の毒素なりとせしものは實は死物寄生菌によりて生ぜしものなるやも知るべからず、又然か想像す可き理由を有するものなり。

此他單なる想像より米粒上の微が毒素を出すを唱へたるものなきにしも非ざるも何れも茲に引用するの價值なしと信す。

之を要するに、貯藏米穀に死物寄生菌によりて毒素形成を科學的に證明せしものは

予等の手にせる文獻の範圍内にては未だ嘗てなしと信するものなり。

黄變米の分布

黄變米菌の如き死物寄生菌に分布區域あるやは問題とする所にて、理論上より言へば米穀には條件さへ適當なれば如何なる死物寄生菌も能く繁殖するものなるにより、交通の盛なる今日に於ては果して特殊の地域にのみ存在する死物寄生菌ありやは疑はしき所にて、恐らくは貯藏穀物の存する所、必ず多少とも斯る菌の存在するものならんと思はるるも、此等は實證せざれば確言する能はざる所なり、故に今此には從來採取証明せし場所を表記し、其分布の一端を窺ふの資に供せんとす。

1. 昭和12年4月	臺灣産玄米及白米	米穀局外地課より入手
2. 全 年8月	昭和11年産山居4等米	東京米穀倉庫
3. 昭和13年6月	昭和9年産新潟4等銀坊主	全 上
4. 全 年8月	昭和12年産山居4等米	全 上
5. 全 年9月	昭和9年産新潟3等銀坊主	全 上
6. 全	市販白米	内 藤 用
7. 昭和14年5月	昭和9年産瀧川3等米	北海道札幌市
8. 全 年8月	市販白米	角 田 用
9. 全	昭和13年産秋田4等米	内藤採取
10. 全 年10月	昭和13年産千葉4等神力	全 上

以上は今今までに採集せし土地乃至は米の産地にして、吾々の實見せし所にては被害甚しき米、少き時は一俵位なるも多き時は數百俵に達し其損害決して尠ならず、尙上記の分布區域より見て、本菌は恐らく全國に廣く分布せるものと推考せらる、將來此は各地方に亘りて調査を進むるの必要あり。

黄變米菌の分離及接種試験

最初の分離培養に用ひたる黄變米は、昭和12年4月米穀局外地課より人手せし臺灣産の玄米及白米なり、其後他の地方のものに就いても同様に試験を行ひたり、分離培養には被害米を 10c.c. の滅菌水中に10粒入れ、能く振盪して米粒上に附着せる菌類を玩

ひ落して菌類の浮游液を作り、この一定量を豫め溶解し置ける葱汁寒天培養基に入れ扁平培養を行ひ、25°C.の定温器に入れ然る後分離したり、此際 *Penicillium* 属のものと同時に *Mucor* 属 *Aspergillus* 属のもの及細菌類等多数の聚落出現したり、此實驗は細碎したる被害米を用ひ、或は昇汞水にて外面を消毒したる米粒、又は其儘直に培養基上に移し入る等種々の方法にて行ひたるが、何れも相似たる結果を得たり。

接種試験には供試米 50g を 150c.c. の滅菌三角「フラスコ」に入れ、滅菌蒸溜水 4c.c. を加へて綿栓せしもの 30個を作り能く振りて混和し、100°C. 30分時間殺菌したる後、前に分離培養したる主要なる 5種の菌類を、白金線にて各 6個宛に接種し、25°C. の定温器に入れ置きたるに、其中の一種即ち分離培養の際最も多く出でたる、最初白色毛状なるも間もなく淡黄色後濃青緑色となる聚落より取りたる菌を接種せしものは、黄變米と同様の病徴を呈するを認めたり、此菌は此に吾々の所謂黄變米菌 *Penicillium* なり、尙其後數回に互り接種試験を反覆したるが全く前と同様の結果なりき、此の接種して作りたる黄變米を 2ヶ月間保存したる後、分離培養を試みたるに前と同一の菌を得たり。

次に米の種類により其病徴に差異あるやを見んとて、茨城 4等米愛國種、山形山居 3等米、陸羽 132號、及栃木 3等米選一等を用ひたるが、何れも同様の變質を起したり。

黄變米の病徴

肉眼的病徴

黄變米の病徴は米の含有水分量其他によりて多少の差異あるべきは考へらるゝ所なるが、今茲には主として昭和 11年産臺灣米、及全 13年 6月東京に於て採集せし昭和 9年産新潟 4等銀坊主種に就いて記載せんとす。

黄變米の大きさは甚しく末期に至らざる限り、普通健全米と全く同様にして、何等膨大又は縮小の跡を見ず、初期のものは多くは胚部が黄色を帯び、尙米粒の兩端乃至は所々に黄色不定形の斑點出現す、一般に斯る被害米は注意せざれば分明せざる程度なるも、健全米より光澤稍劣る、それより被害進行すれば米粒は膚擦の外観を呈し、遂には全面黄色に變ず、斯くなりたるものは普通健全米より幾分縮小せるやの感あり、光澤著しく劣る、尙黄變米菌乃至他の菌類の萎縮せし孢子菌糸が塵埃状をなして、米粒面に附着するを以て外観非常に劣れり、被害程度相當進みたる米粒を横斷して胚乳

を検すれば、外面程著しからざるも多少黄色を帯ぶ、勿論上記の病徴は、混在せる他の微生物の影響により種々なる變異あるは言を俟たず。

次に黄變米菌を健全なる米に接種して其病徴を見たる結果の一例を記さんとす、此試験は昭和 12年 10月行ひたるものにして、昭和 11年産茨城 4等愛國種を用ひたり、即ち健全米 50g を 150c.c. 三角「フラスコ」に入れ滅菌蒸溜水 4c.c. を加へ、綿栓後 100°C. にて 30分時間殺菌したる後黄變米菌を接種し、25°C. の定温器に入れ時々取り出して観察したり、先づ接種後一晝夜を經過すれば、最初光澤ありし米粒は光澤を失ひ肉眼的には何等病菌の發育を認められざるも、廓大鏡にて検する時は米粒全面に灰白色毛状の菌糸の繁殖を見る、之は胚部又は其附近、米粒の兩端乃至は膚擦れの部及其附近に多し、2晝夜後には胚部又は其附近、米粒の兩端膚擦れの部分に、白色毛状の菌糸放射状に出現し此毛状菌糸の先端は淡青白色を呈す、3晝夜後には毛状菌糸の數増し、淡青白色なりし部分は一層色濃くなり淡青緑色を呈す、之れ本菌が分生孢子を形成せし時なり、尙仔細に観察すれば淡青緑色の菌層は淡黄色をなせる部より出づるを見るべし、4晝夜後には淡青緑色の部分は青緑色となり、黄色をなせる米粒の部分は其大きさを増し 1—2mm. の直径となるか、又は胚全部變色す、6晝夜を經過すれば米粒面の大半黄色となり、青緑色の菌糸層の上面は幾分白色味を帯び米粒は稍膨脹せし觀を呈す、9晝夜後には全米粒面が黄色を呈す、青緑色の菌層は灰青緑色に變化し孢子が米粒面の隨所に附着す、それより時日を經過すること久しきに互る時は一層病勢進行し、黄色たりし米粒は暗黄褐色となり遂には暗赤褐色を呈す、斯くなりたる米粒は非常に脆く容易く爪にて碎くことを得、尙其米粒を横斷して内部を見るに淡黄褐色を呈す。

次に最初灰白色をなせし毛状菌糸は後に至り萎縮して暗灰色を呈す、故に病勢進行せし米粒には、其面上所々に灰青緑色の分生孢子及び萎縮したる暗灰色の菌糸附着し、又は米粒間に混在し、時には菌糸により米粒と米粒とを連結して塊状を呈することあり、一般に被害米は外観悪しく、其甚しき米粒を他の器に移す時、孢子は煙塵状をなして飛散するを見る。

白米に接種して病徴を見たるが、其方法は玄米の場合と全く同様なり、尙病徴も玄米と殆ど同じく、即ち接種後 2晝夜を經過すれば米粒全面に白色毛状の菌糸出現し、殊に胚の跡全面又は其附近米粒の兩端に放射状に簇出し、其先端が淡青白色を呈するこ

とは玄米の場合と全く同様なり、4晝夜を經過すれば米粒全面が美麗なる黄綠色に變化し、又淡青綠色の菌層は青綠色となることは玄米の場合よりも稍早し、之れ白米に於いては本菌の繁殖玄米よりも不良なるに因るものゝ如し、6晝夜を經過すれば全米粒が青綠色の分生胞子にて包まれ、試みに之を攪拌する時は青綠煙塵状となりて盛に胞子を飛散するを見る、9晝夜後には青綠色の菌層は灰青綠色を呈し、其後數日にして濃灰青綠色に變ず、米粒は濃黄綠色に着色し、而して之を横斷して檢するに内部は淡黄綠色なり、其後の病徴の進行状態及び菌層の状態等は全體玄米の場合に準ず。

顯微鏡的病徴

黄變米の組織は被害程度によりて差異あるべきは勿論なるも、今茲には病勢相當に進行し、全粒黄色を呈し青綠色の菌糸層あるものにつき記述せんとす、先づ胚以外の被害部の切片を作り鏡檢するに、果皮種皮以下内部は黄綠色を帶ぶ、而して果皮の細胞の形狀は健全米のものと同様なり、規則正しく配列し其間に菌糸の存在を見るも割合に少し、糊粉粒層の各細胞は多くは不規則形となり、内容一部又は全部消失し菌糸其間を縦横に迷走して胚乳に入る、胚乳にも相當菌糸の繁殖を認むるも其變化著しからず、次に胚部を縦斷して鏡檢するに此は他の部よりも濃き黄綠色を呈し、表皮胚宮、生長點、子莖、子根等何れの部にも菌糸縦横に走り、其菌糸の一部は諸間隙に出で盛に繁殖せるを見る、細胞の内容消失せるもの又形を變せるもの多く、甚しき場合には全然各部の形態を識別し得ざるものあり。

之を要するに肉眼的徴候に於て胚部先づ能く變色するが如く、顯微鏡的に見ても黄變米菌の繁殖最も多く、次で糊粉粒層にして胚乳及び果皮には割合に少し、然れども最後には粒全體に菌糸蔓延して脆弱なるものとなすに至る。

米粒内に黄變米菌の繁殖條件

米粒に本菌繁殖して變質を起す爲めには各種の條件を必要とす、今其主要條件に就いて考察せし結果を擧ぐれば下の如し。

- (1) 傷痕 本菌の寄生には傷痕を必要とするものゝ如し、一旦傷痕部に繁殖すれば此より粒全體に廣がり得ることは死物寄生菌に於て常に見る所なり、而して白米

は勿論玄米粗米と雖も各種の原因により大小の傷痕は必ず存在するにより、本菌寄生の機會は常に存在するものと言ふべし、而して米は他の陸生禾穀粒に比して一體に細胞膜薄き故に本菌の繁殖に容易なる状態にあることを察知し得べし、一旦本菌が米粒の内部に入れば追々と全體に廣がる、殊に胚部には繁殖可良なり、これ胚部は他の部分よりも營養分に富むのみならず、細胞膜は他の部分よりも柔軟なるが爲めに外ならずと思はる、次で糊粉粒層に能く繁殖し胚乳部には少し。

- (2) 水分 上來の實驗に使用せし玄米の含有水分量は25%内外なりしも、之より少き水分量、即ち12.2; 13.6; 14.6; 15.6; 16.1; 17.6; 18.2; 20.0; 及び20.3; %等の玄米を作り、之に本菌を接種して一ヶ月間 30°C. の定温器内に入れ置きたる後取出して觀察したるに、12.2及13.6%のものは胚部黄色を呈して本菌の繁殖を認むるも他の部分には認められず、鏡檢するも前者にては僅かに表皮、胚宮及子葉鞘等のみ後者にては他に子葉、子莖、子根等にのみ繁殖を認め其他には繁殖の跡なく、只外面に多少の菌糸を見たるのみなり、然るに14.6%以上の含有水分量のものにあつては胚部黄色をなすのみならず、其以外の部に於いても含有水分量に應じて着色度に差あり、即ち水分の多きもの程變質著し、鏡檢の結果も亦肉眼的徴候に相應して胚の部分は勿論、糊粉粒層及胚乳部にも本菌の繁殖蔓延著しきを認めたり。
- (3) 温度 温度の高低により繁殖に遲速あり、即ち低温にては極めて徐々に病徴進行するも温度高まると共に追々速となり、30°C. の邊は最も速にして此より温度下れば又速度小となる、之に就いては黄變米菌の生理の中、温度に關する項にて説明する所あるべし。

米粒内黄變米毒素の分布

黄變米菌は米粒に寄生して毒素を生産することは多くの實驗の結果疑なき所なるが、然らば米の如何なる部分に多く繁殖し、且つ毒素生成も如何なる部分に多きやを知ることは米穀利用上重要なことに屬す、既に述べたる如く、顯微鏡的試験に依れば本菌の第一に繁殖する所は胚にして、次いで糊粉粒層なり、而して胚乳には最も少し、換言すれば糠となるべき部に多く、白米として利用する部に少し、果して然るやを見んが爲めに下の如き實驗を行ひたり。

供試米は昭和13年産茨城4等愛國種にして、其玄米500gと白米500gとを取り、動物試験の項、試験材料調製法にて述ぶる黄變米粉を作ると同一操作をなし、菌を接種し一ヶ月後に乾燥粉末となしたるものを「エーテル」にて浸出し、次に「アルコール」にて処理して不溶解物を去り、又「アルコール」を蒸發し去りたるもの、分量を秤りたるに、玄米に接種せしものより、約6gを得、白米に接種したるものより約3g内外を得たり、勿論此等の毒素は純品に非ざるにより精確に比較をなし能はずと雖も、動物試験の結果は玄米より浸出物の方毒性強かりしにより、之より推せば少くとも玄米よりは、白米よりのその2倍以上の毒素を抽出し得るものと言ふべし、顯微鏡的試験の結果より推すも、黄變玄米を搗精せし白米は、原玄米の半分より少き量の毒素を含有すること可言ひ得べき理由あり、故に若し黄變米菌繁殖の疑ある米を利用する場合には、精白すれば大に其毒性を輕減し得らるゝことも亦考へ得らるゝ所なり。

米以外の穀類に黄變米菌の繁殖試験

黄變米菌は玄米に於いては容易に内部に侵入繁殖するも、他の穀類例へば大麥、小麥、玉蜀黍、蕎麥、粟、黍、稗、高粱等に於いても玄米と同様に容易に内部に侵入繁殖蔓延するやを知らんとし、次に示す試験方法にて先づ大麥、小麥、玉蜀黍及比較として玄米に、昭和14年9月接種試験を行ひたり、而して此試験に使用せし材料玄米は、昭和13年産茨城4等愛國種、含有水分量13.6%のものなるも、他は何れも昭和14年産のものにて、含有水分量は大麥14.5%小麥14.5%玉蜀黍13.0%なり、此等の各2kgを3lの「フラスコ」に入れ、蒸溜水250c.c.を加へ綿栓し、能く振りて混和せしめ、殺菌釜にて100°C.30分間宛3日殺菌を行ひたるものに黄變米菌を接種し、25°C.の定温器内に保つこと一ヶ月にして取り出し觀察せしに、玄米にては全米粒黄變し表面に菌層を生せしに、大麥、小麥に於ては害虫の蝕跡又は肉眼的に明瞭に認めらるゝ傷痕には菌の繁殖して其部は黄色を帯ぶるも他の部分には本菌に因る着色を認められず、又其表面には菌糸の迷走せるを認めたり、次に玉蜀黍に於いては殊に胚部の附近最も繁殖可なるが如きも何れの部分にても變色を認められず、尙此等の粒を切斷して内部を検するに、玄米にては内部迄完全に着色せるも、大麥小麥に於いては菌繁殖の場所少許の間のみ着色せるも深く内部迄及ばず、次に玉蜀黍にては胚の一部は變色せるも深く内部迄着色せず、此

等の粒は何れにありても上記以外の部は健全なるものと何等異なる點を認められず。

以上は肉眼的の觀察なるも更に此等の各部分を切片となし、顯微鏡下にて觀察せしに次の如く既記の玄米に於けるものとは大なる差あり。

小麥の胚の縦断面を作りて鏡檢せしに、玄米の場合の如く黄變米菌の繁殖著しからず、只胚宮の一部又は子葉鞘と子葉との間隙の一部に、少許の菌糸を認むる程度にして他の部分には本菌の繁殖を認められず、従つて組織も健全のものと同様と殆ど差異なし、又胚以外の部にて果皮の部分に於いて多少繁殖せるを見るも、糊粉粒層及胚乳等にては全然本菌の繁殖を認められず、之れ小麥の果皮に繁殖せし本菌が厚き種皮を通過して内部に迄繁殖し得ざるによるものゝ如し、次に害虫の蝕跡又は大なる傷痕等の如き部を鏡檢するに、糊粉粒層の細胞間隙に極めて少許の繁殖を認むる程度にして、糊粉粒層内及胚乳内には全く菌糸を認められず、斯く小麥にては何れの部分に於いても、玄米に於けるが如く本菌の繁殖著しからざるは、小麥の細胞膜が玄米のそれよりも大に厚き爲め菌の侵入繁殖が容易ならざるに依るならん。

大麥の胚の縦斷切片を作り顯微鏡下にて觀察するに、前記小麥の場合よりも尙一層黄變米菌の繁殖不良なり只子葉鞘の底部外皮の破壊せる部分より侵入して胚宮の一部に多少本菌の繁殖せるを認むる程度にしてそれ以外には本菌の繁殖を認められず、次に胚以外の部にては果皮の部分に多少本菌の繁殖を認むるも糊粉粒層及胚乳内には全く本菌の菌糸を見ず、即ち大麥にては小麥よりも尙一層黄變米菌の繁殖困難なる状態にあるものゝ如し。

玉蜀黍の胚部にては大體小麥の場合と同様に黄變米菌の繁殖を認めたり、即ち胚宮の一部又は胚宮と子葉鞘との間隙の一部に少許の菌糸の存在を認むる程度にして他の部分には本菌の繁殖を認められず、従つて組織も健全のものと同様と殆ど差異なし、斯く胚にては幾分の繁殖あるは此部は割合に柔軟なる上に、穂より種子を取る際に傷付き易きによるものならん、胚以外の部にては果皮の表面に多少繁殖せるを認むるも、種皮糊粉粒層胚乳等にては全然認められず、之れ玉蜀黍は小麥大麥と同様に細胞膜厚き爲め果皮の表面に繁殖せし菌糸が厚き果皮種皮を通過して内部に侵入繁殖し得ざるに依るものゝ如し。

以上の實驗結果にて見る如く、玄米に於いては小麥、大麥、玉蜀黍よりも遙に黄變

米菌の繁殖に良好なる状況にあるが如し、尙蕎麥、粟、黍、稗、高粱等は目下實驗中に付き、他の機會に其の結果を報告する所あるべし。

黄變米菌の形態

黄變米菌は他の近縁の死物寄生菌と同様に、營養菌糸によりて養分を吸収し、氣生菌糸によりて大氣中に出で、茲に擔子梗を生じ、分生胞子を散す、然れども其子囊殼世代は未だ知られず。

今茲には米粒上に生せしものに就き記載するも、場合によりては葱汁醬油寒天培養基を用ひて培養せしものをも援用せり、此場合には25°C.の定温器にて7晝夜経過せしものを用ひたり。

營養菌糸

營養菌糸は能く發育し、米粒内に盛に繁殖して養分を吸収す、其繁殖の場所は細胞間隙なることあり、又細胞内なることあり、此菌糸は常に無色にして平滑なる膜あり曲折多し、若き間は内容として細微なる顆粒狀物又は直徑2 μ 内外の球形、乃至橢圓形にして長徑3—9 μ 短徑2 μ 内外の大顆粒を含む、而して之に Sudan III を注ぐ時は濃赤色となる點より見る時は油球なること明なり、氣生菌糸を生ずるに至れば、營養菌糸の内容は漸次之に移行して最初は空胞を生ずるも、後追々空胞擴大して原形質を周邊に有するのみとなり、遂には萎縮するに至る、油球の色は初め淡黄綠色なるも古くなれば黄綠色に變化す、通例隔膜の後方より枝を生じ、此枝より又枝を出す、分枝の角度は一定せず、又分枝の際には分枝部附近は幾分細きことあり、營養菌糸の太さは極めて種々にて、2—4 μ の間なるも、普通に見るは2,6—3,4 μ のものなり、之を構成する各細胞の長さも一様ならずして5,2—28,4 μ の間にあり。

氣生菌糸

營養菌糸より空中に出でたる分枝即ち氣生菌糸は、營養菌糸の如く曲折多からず、割合に眞直なり、單獨のものあれども多くは2—3本より十數本普通5—7本集りて束狀をなして養基の表面を匍ふ、肉眼的に氣生菌糸は最初白色なるも間もなく美麗なる淡

黄色となり、遂に黄綠色に變ず、若し養分多き時は厚き層をなすも米粒上にては左程著しからず、若きものは球形又は橢圓形の顆粒狀をなせる油球にて充さる、内容は擔子梗の發育と共に此に移行して空胞を生じ遂には空虛となり萎凋するに至る、氣生菌糸には相當分枝あり、分枝部にて幾分縮るゝことあり、中にはH狀連絡をなすものあり、菌糸の直徑は1,4—2,0 μ にて割合に一定せり、之を構成する各細胞は長短種々なるも、大體10,6—64,6 μ なり。

擔子梗

擔子梗は氣生菌糸の特立せる分枝にして、全體は眞直にして殆ど曲折なく、又先端以外に分枝なし、通常幾個かの隔膜を有す、内容は菌糸と同様に若きものは多數の小顆粒狀油球にて充さるゝも、後内容漸次先端に移行して空虛となり僅に細胞膜に沿ふて少許の内容を残すのみ、擔子梗は其先端1—2回稀に3回分枝をなして其先きに胞子を結ぶ、一回分枝の場合は主梗の先端部膨大して其上に同形同長又は之に近き分枝を3—6個稀に8個を簇生す、2回分枝の場合の第1回分枝又は3回分枝の場合の第1回及び第2回分枝は、何れも2個にして2個以上の事殆どなし、此場合には分枝點の構造常に略々一定せるものあり、即ち眞直に生長せる主梗の頂端幾分太くなり、其上面は比較的扁平なり、又場合によりては頂端の側面、鈍圓錐形に凸出せるあり、何れにしても分枝の一は主梗と同方向に、他の一は斜出して稍長き傾向あり、上記何れの場合に於いても、最後の胞子を結ぶ分枝、即ち所謂小柄は、他の分枝と形態を異にし、其下部は幾分太く先端に至るに従ひて漸次細くなり、最先端は急に細くなる、恰も長き「フラスコ」狀をなす、而して先端に位する大形細胞核は絶えず分裂して先端に胞子を結ぶ、擔子梗の全長は18,2—138,0 μ 主梗の幅1,6—6,6 μ にして、最後の分枝即ち小柄は長さ5,6—11,6 μ 幅1,6—3,8 μ あり。

胞子

胞子は最初無色なるも、淡青綠色青綠色となり、古くなれば灰色を帯べる青綠色となる、但し培養基上にては多少の差異あり、葱汁醬油寒天培養基上にては最後に暗褐色となり、「ブイヨン」寒天培養基上にては最初淡黄灰色なるも、後に暗黄褐色に變化

し、又米糠浸出寒天培養基にては青緑色より灰緑褐色となるが如し、胞子は擔子梗分枝の先端に連鎖状をなして多數に形成せらる、相連続せる胞子と胞子との間の連續部は恰も小片の如き外觀をなして明かに見らる、胞子の若きものは顯微鏡下にては無色なれども、成熟せるものは帶青色となる、前記古き醬油寒天培養基上のもは肉眼的と同様に暗褐色を呈す、胞子の形状は若きものは球形に近きも中には稍長味を帯ぶるあり、然れども成熟すれば皆球形となる、細胞膜は比較的厚く外面に短き刺毛を生ず、大きさは直徑1.7—3.4 μ なるも、其内2.2—3.0 μ のもの最も多し。

胞子の發芽

胞子は適度の水分あれば發芽す、25°C. ならば1晝夜にて發芽す、此際其大きさを増して直徑3.4—6.2 μ 即ち成熟胞子の約2倍の直徑となり、外面にありし刺毛は見られざるに至り、内容として4—8個の球形又は楕圓形の顆粒出現す、細胞膜薄くなり、1—2個の發芽管を出す、水中發芽にては2個以上のものを見ず、發芽管は最初は原形質にて充滿するも、生長すると共に漸次之が先端に移行し、爲めに追々と空胞を生じ、原形質は周縁の部にのみ殘存す、胞子の内容は全部發芽管に移り、終に空虛となる、發芽管延びて菌糸となり、隔膜を生じ、又分枝をなすに至る。

培養上の特徴

本試験に當りては25°C. の定温器を用ひ、各種培養基にて行ひたり、前に述べたる如く、黄變米菌胞子の色は培養基の種類により多少の差異あるも、其他の點は大體一定せるものあり、今之を叙説せんとす。

營養菌糸より出でたる氣生菌糸、之より出でたる擔子梗、及び極めて若き分生胞子を有する部分は白色にして、培養基の量の多少により厚さを異にするも、凸出又は隆起せる層を形成す、然るに胞子成生の頃に至れば、上方に對する生長止まるが爲め高さを増さずして、上面扁平細粉状をなす、氣生菌糸の層は培養基の量により異なるも多少の小皺を生ず、此皺は扁平培養にありては放射状をなし細太の線状の外觀をなす、此れは殊に裏面に著しく表面に於いては能く見へざるを常とす、斜面培養にありては此皺下方に多く上方に少し、液體培養にありては皺は不規則に存す、此外に菌は

黄色の色素を出すにより、之が培養基内に擴がり特殊の色彩を培養基に附す。

葱汁醬油寒天培養基上にて胞子形成に伴ふ菌層の色の變化は、最初白色なりしもの3—4晝夜後淡黄色となり、後美麗なる黄色、淡青緑色、接種より6—7晝夜後青緑色に變じ、古くなれば淡青灰色となる、培養基は黄色調を増して黄褐色となる。

麴煎汁寒天培養基にては淡黄色、黄色、青緑色、灰青緑色となり、培養基は赤褐色となる。

米糠煎汁寒天培養基にては黄色、淡青緑色、青緑色、灰綠色、灰緑褐色となり、培養基は黄色調を増す。

「ブイヨン」寒天培養基にては黄色、淡青緑色、淡黄灰色、灰黄褐色と變化し、培養基は黄色となる。

黄變米菌の生育と温度との關係

温度が菌類の生育に及ぼす影響は頗る大なるものあり、故に先づ黄變米菌の生育速度と温度との關係より初めんとす、試験方法は葱汁醬油寒天斜面培養基に、本菌の培

温度 日数	0—5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	50°	60°
1日目	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—
2日目	—	—	—	+	+	+	+	—	—	—
3日目	—	+	+	+	+	+	+	—	—	—
4日目	—	+	+	+	+	+	+	—	—	—
5日目	—	+	+	+	+	+	+	—	—	—
6日目	—	+	+	+	+	+	+	—	—	—
7日目	—	+	+	+	+	+	+	—	—	—
14日目	—	+	+	+	+	+	+	+	—	—
21日目	—	+	+	+	+	+	+	+	—	—
28日目	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—

養後20日間経過せしものを接種して、各を種々なる温度の所に置き、其發育する状態を觀察したり、前後3回に互る試験結果は上表の如し、表中、+は發育を認む、+發育稍進む、+能く發育す、-發育せず。

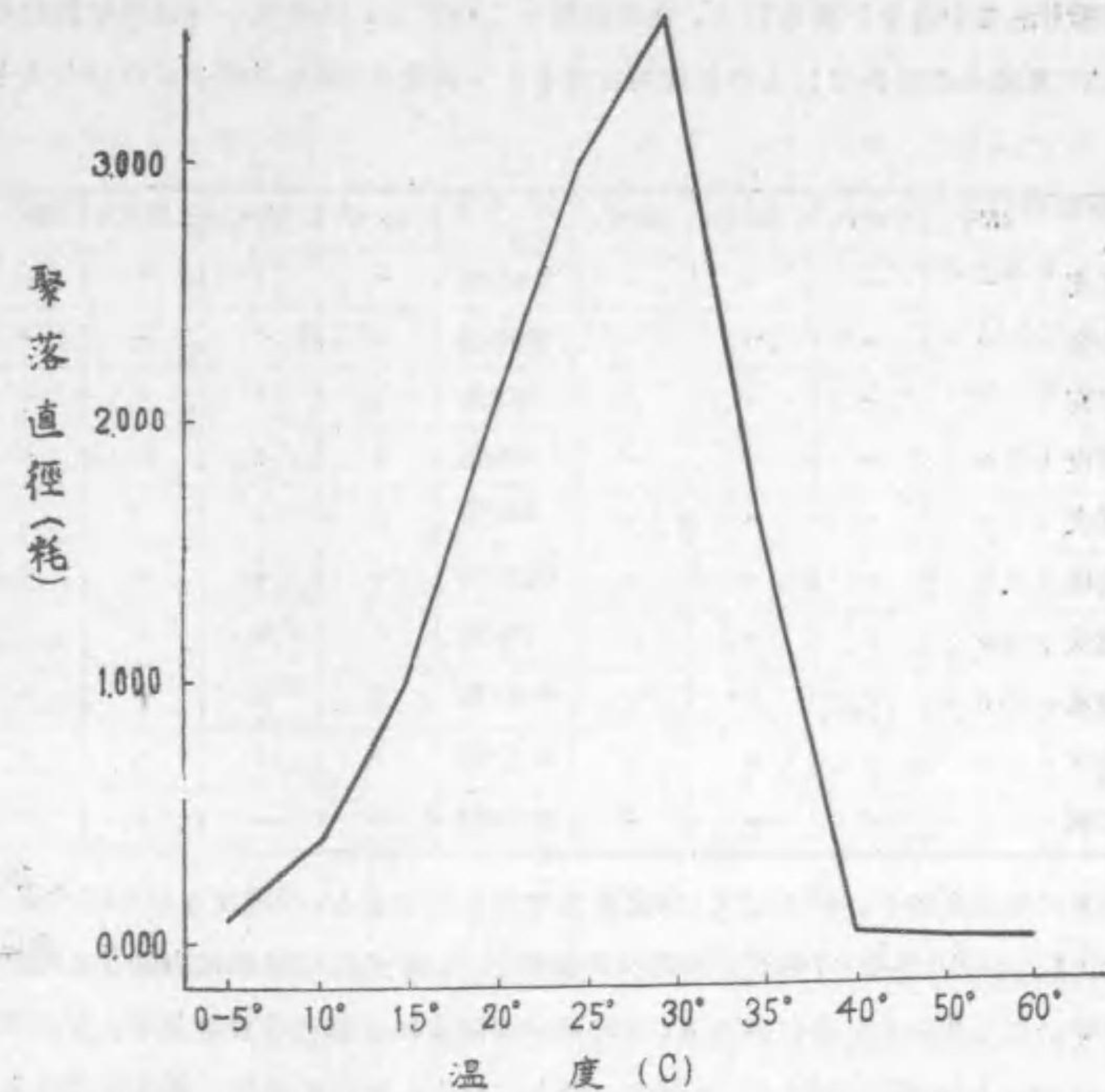
上表にて見る如く、3回の成績に於て只一ヶ所に於て少許の不一致を示したるも他は全部相等しく、0-5°C.にては4週間後に漸く發育稍進むを見、10°C.にては4日後に初めて發育を認むるも、其進捗遅々として3週間にして相當程度に達す、15°C.にては3日にして發育を認め得られ、6日には相當良好なり、20-25°C.にては既に2日にて發育明かとなり、前者にては5日、後者にては3日にて發育良好となる、30°C.は發育最良にて1晝夜後に發育の兆あり、2晝夜にては發育良好となる、35°C.にては2日にして發育を認めらるゝも其後の發育遅く2週間にして良好となる、即ち15°C.の場合より劣る、更に40°C.となれば其生育極めて悪しく2週間にして漸く生育を認め、4週間にて相當程度迄進むのみ、50°C.60°C.にては4週間にても生育を認められず、此結果より見れば、本菌生育の最低温度0-5°C.の邊、又は其以下、最適温度30°C.最高温度40°C.以上の邊なるを知るべし。

本菌の生長と温度との關係を、聚落の大きさによる方法にて試験したり、之には葱汁醬油寒天培養基を用ひ、「ペトリ」皿に入れ、之に培養後1-2週間経過せるもの、胞子を、極少量中央部に接種し、所定の温度に置き、適當の時期に取り出し、聚落の直径を測定し、之を一晝夜分に換算したり。

温度(°C)	第1回試験	第2回試験	第3回試験	平均
0-5	0.130 ^{mm.}	0.125 ^{mm.}	0.115 ^{mm.}	0.123 ^{mm.}
10	0.300	0.333	0.583	0.405
15	1.188	0.444	1.437	1.023
20	2.056	2.133	2.000	2.063
25	2.778	2.667	3.333	2.926
30	3.222	3.800	3.695	3.572
35	1.278	1.900	1.722	1.633
40	0.039	0.032	0.021	0.031
50	—	—	—	—
60	—	—	—	—

數字は1晝夜後に於ける聚落の直径にて、各3個の平均數なり。
上記の成績を曲線にて示せば次の如し。

第一圖
温度と生長との關係



此曲線にて見る如く、1晝夜に於ける生長は、0-5°C.にては極めて少許なるも、之より温度上るに従ひて、追々良好となり、30°C.にて最高となり、それより温度上れば急に生長少くなり、55°C.にては死滅すること後に述ぶるが如し。

此温度關係は單に生長量のみならず、聚落の色にも影響あり、0-15°C.にては美麗なる黄色をなし、20-30°C.にては聚落全體が「クリーム」様の黄色なるも、其後青緑

色より灰青色となる、然るに35°C.にては初め白色毛放射状の聚落は黄色とならず、灰白色より直に淡青緑色となり、其後帯紅灰色に變じ、聚落全體が萎縮して培養基に幾個かの亀裂を生ず。

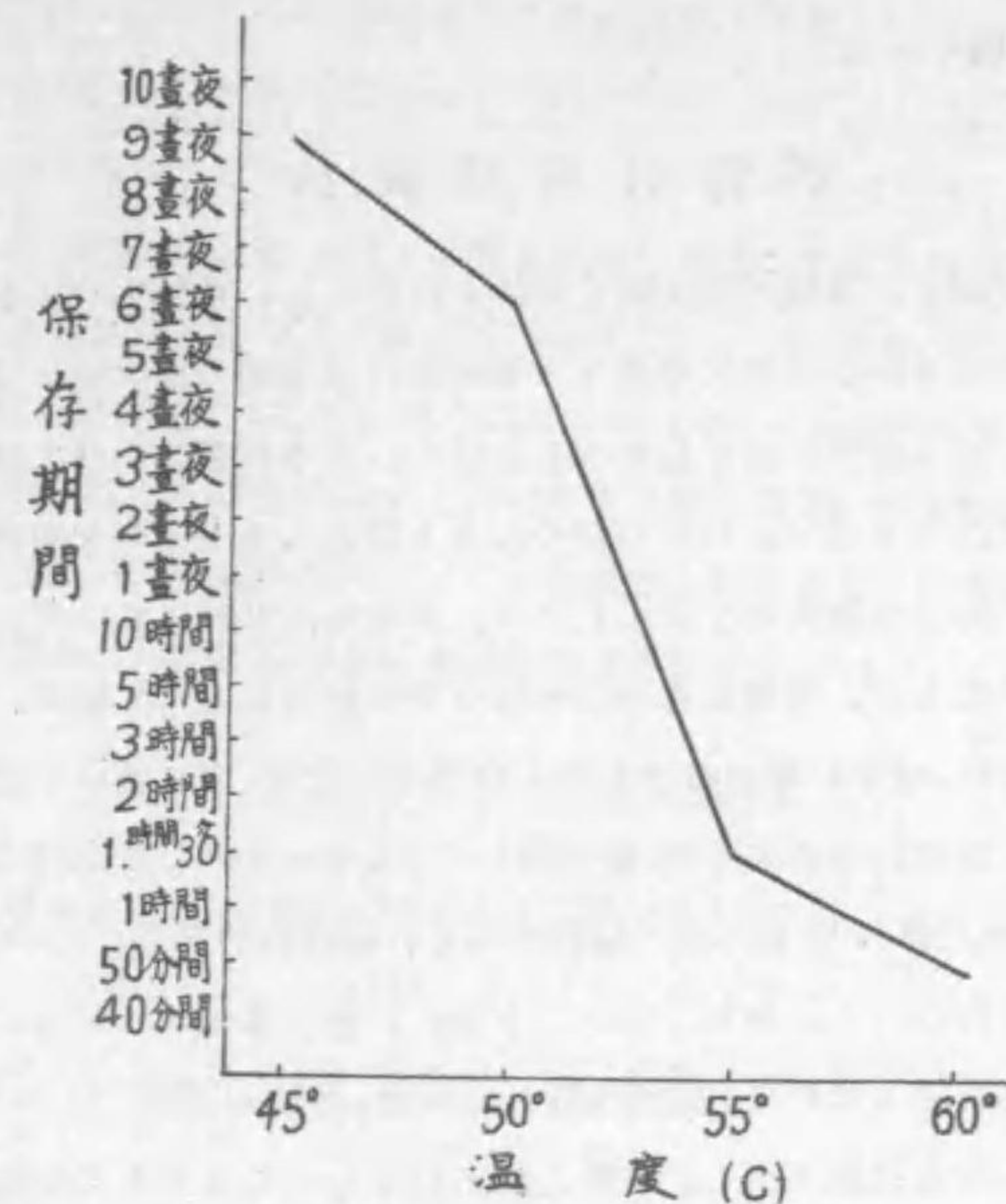
次に黄變米菌の高温度に對する關係を検せんが爲め、葱汁醬油寒天斜面培養基に接種して、種々の温度の定温器内に入れ置き、一定期間後取出して25°C.の定温器内に入れ、生活力あるや否やを検したり、此際接種せし材料は、培養後1--2週間を経たるもの、孢子及菌糸の混合せしものを使用したり、又試験は3個宛を用ひて行ひたるものなり。

時間 温度	45°C.	50°C.	55°C.	60°C.	時間 温度	45°C.	48°C. 5°	55°C.	60°C.
10晝夜	-	-	-	-	20時間	+	+	-	-
9晝夜	+	-	-	-	10時間	+	+	-	-
8晝夜	+	-	-	-	5時間	+	+	-	-
7晝夜	+	-	-	-	3時間	+	+	-	-
6晝夜	+	+	-	-	2時間	+	+	-	-
5晝夜	+	+	-	-	1時30分	+	+	+	-
4晝夜	+	+	-	-	1時間	+	+	+	-
3晝夜	+	+	-	-	50分間	+	+	+	+
2晝夜	+	+	-	-	40分間	+	+	+	+
1晝夜	+	+	-	-	30分間	+	+	+	+

此結果にて見る如く、45°C.にては9晝夜迄生育を認むるも、10晝夜となれば生活力を失ふ、50°C.なれば6晝夜と7晝夜との間に死滅點あり、55°C.にては抵抗力急激に減退し、一時間半にては生活力を失はざるも、2時間を經過すれば更に發育を見ず、更に60°C.となれば50分と1時間との間に死滅す、以上の如く本菌の高温度に對する抵抗力は、絲狀菌としては比較的強きを見る。

上記の試験結果より得たる死滅點を、時間と温度との曲線にて示せば次の如し。

第二圖
本菌高温度に對する抵抗試験



温度と毒素成生との間には又興味ある關係あるもの、如し、此事は實驗中偶然に發見せし所なるが、冬期低温時に米粒に接種繁殖せしめしものは毒素成生量少く、25°C.定温器にて繁殖せしめたる米には多量の毒素を含む、之よりして假令米粒上に黄變米菌繁殖するとも、低温の時期には其毒性弱く、夏期は之が強きことを想像し得べし、尙此等の事項に就いては研究を重ねて發表する所あるべし。

動物試験

米穀貯藏試験の一部として各種變質米を用ひて白鼠の飼育試験を行ひたる際、偶々

昭和13年8月黄變米を用ひて養ひたるものが跛行をなし間もなく死したるにより、茲に黄變米には毒素あるならんとの疑を生じ、黄變米を種々なる方法にて處理し、多數の白鼠を用ひて試験したる結果、確實に毒素の存在を認めたり、最初より飼育及び注射試験に用ひたる白鼠の数は數百頭の多きに達したり、又一方にては毒素の純粹分離を着々進め純品となしたる後、定性及定量分析を行ひ、以て今後各種の研究に資せんとし目下研究中なり。

試験材料調製法

前に述べたるが如く、黄變米菌は廣く米粒上に存在し、其發生の量も頗る多きことは想像せらるゝ所なるが、自然に存在する黄變米は通常他の微生物を混在して、純粹に黄變米菌のみに因る變質米は存在せざるを以て、斯る材料を用ひて試験すれば其結果不精確なるを免れざる爲め、茲には健全なりと認めらるゝ玄米を殺菌したる後、黄變米菌を接種して得たる變質米を使用したり、其玄米は其時に於いて入手し得らるる最新のものを用ひたるが、實驗に着手以來種々方法を改良したる結果、今茲に記載せんとする動物試験は、昭和14年に行ひたるものなるにより、之に就いて記述せんとす。

試験用玄米は、昭和13年産茨城4等愛國種にて、水分14%のもの2kgを31入の平底「フラスコ」に入れ、水250c.cを加へ能く振盪攪拌し、綿栓後殺菌釜にて100°C、1時間宛3日間、間歇殺菌を行ひたり、接種に用ひたる菌は、葱汁醬油寒天培養基上に繁殖し能く分生孢子を生じたるものにて、接種後夏日は常溫、其他の季節には25°C又は30°C定溫器内に入れ、一ヶ月後取り出し、乾燥し粉末になしたるものを黄變米粉と稱し、同一銘柄等級の玄米を同様に處理し、只之に菌接種を行はざりしものを玄米粉と稱し、又同一品質の米を完全精白と稱せらるゝ程度迄搗精し粉末となしたるものを白米粉と稱す、何れも以下の實驗に使用したり。

注射試験

黄變米より浸出したる浸出液を白鼠の皮下に注射すれば特有の中毒症狀を起して死す、最初より種々なる方法にて浸出し注射したるが、其中一例を挙げ他は類推に委せんとす。

黄變米粉を「エーテル」にて浸出し、其「エーテル」を氣化せしめて得たる所謂粗脂肪油を無水「アルコール」にて處理し、不溶解物を除くべく濾過したる後、「アルコール」を60—70°Cにて減壓蒸發せしめ、「アルコール」を十分に去りて得たる毒素含有物質を白鼠の背部に皮下注射せしに、次の如き結果を得たり。

第1、體重76gの白鼠に0,25c.c注射せしに致死時間 10分

第2、體重60gの白鼠に0,15c.c注射せしに致死時間 22分

第3、體重56gの白鼠に0,05c.c注射せしに致死時間 21分

以上の如き短時間にて致死せしめたり。

注射試験の際の中毒症狀は大體下の如き順序にて進行するを見る、(1)注射を受けたる白鼠は最初性質過敏となり次に運動不活潑となる、(2)運動不活潑にて靜止すること多し、(3)體毛幾分逆立ち全身麻痺を起すものゝ如し、(4)四肢を初めとし全身蒼白となり、歩行失調にして靜止の時多し、(5)輕き痙攣を起す、(6)呼吸困難、(7)虚脱、(8)死の順序なるが、解剖的所見としては心臟肥大殊に著しく、肝臟及び肺臟にも極めて僅かの變調あり、消化器等には肉眼的變化を認めず。

黄變米粉にて飼育試験

本實驗に使用せし動物は白鼠にして、生體量35—40gの發育良好なるものなり、飼育匣は亞鉛製、一方金網を張り、正面42cm・奥行15cm・高さ22cm・中央部に横に區割を有し、兩側に一群宛飼育をなし得る様になれり、底は金網なり、保温材料として稻藁を十分に使用し、餌壺として200c.c入りの珽瑯器を使用したり、最初相近き生體量を有する白鼠を、一區5匹づつとなし、飼料は黄變米粉と玄米粉とにて種々の割合に調製し實驗動物に給與したり。

第1區 白鼠5匹に對し黄變米粉と甘藍30g

第2區 全 上 黄變米粉50%玄米粉50%甘藍30g

第3區 全 上 黄變米粉30%玄米粉70%甘藍30g

第4區 全 上 黄變米粉10%玄米粉90%甘藍30g

第5區 全 上 玄米粉と甘藍30g

上記の如く第2乃至第4區にては黄變米を加用し、之に「ビタミンB」缺乏を起さ

る様、各區共新鮮なる甘藷30g、即ち一頭に對し6gを與ふ、若し實驗中死亡したるものある時は相當量を減じて給し、飲料水は十分に與へ、全區共主食たる黃變米粉、玄米粉乃至此等の混合物は水にて硬練となし、多量に與へ自由食となしたり。

之と並行して第6區として「ビタミンB」缺乏食の一區を作り、黃變米加用區と比較研究を行ひたり、「ビタミンB」缺乏食としては、白米粉70g「カゼイン」15g、「オリヅ」油7g、肝油2g、鹽類混合4gの割合に混じ、水にて硬練となし、常に水道水を十分に給與し自由食となせり、鹽類混合は MAC COLLUM 氏に則り、其割合は鹽化曹達 0.173g、酸「マグネシア」0.266g、磷酸第一曹達0.347g、磷酸二加里0.954g、磷酸一石灰0.540g、枸橼酸鐵0.118g、乳酸石灰1.300gなり。

前記の方法にて飼育試験を行ひ、試験中白鼠の生體量は2日毎に秤り、試験中は中毒症狀を觀察し、死後は直に解剖を行ひ各器官の變化を觀察したり、其成績を表示すれば次の如し。

月日	第 1 區 黃變米粉 甘藷 30g					第 2 區 黃變米粉50% 玄米粉50% 甘藷30g					第 3 區 黃變米粉30% 玄米粉70% 甘藷30g				
	1號	2號	3號	4號	5號	1號	2號	3號	4號	5號	1號	2號	3號	4號	5號
11. 4	40	37	37	36	35	40	40	37	37	35	40	40	37	37	35
11. 6	38	35	35	35	35	37	37	36	35	37	38	38	36	36	35
11. 8	35	32	34	33	33	37	35	36	35	33	36	38	36	36	34
11.10	死	死	死	死	死	38	35	38	36	11.9日死	35	36	35	37	32
11.12						40	35	39	38		35	38	36	39	32
11.14						39	32	37	38		35	37	37	39	31
11.16						40	29	36	41		34	40	34	42	28
11.18						40	11.17日死	36	42		33	41	32	44	25
11.20						36		36	36		30	43	30	47	11.19日死
11.22						11.21日死		11.21日死	11.21日死		11.21日死	43	28	45	
11.24											45	11.23日死	43		
11.26											48		42		
11.28											46		11.27日死		
11.30											44				
12. 2											43				
12. 4											40				
12. 6											12.8日死				
12. 8															

月日	第 4 區 黃變米粉10% 玄米粉90% 甘藷30g					第 5 區 標準玄米粉甘藷30g					第 6 區 「ビタミンB」欠				
	1號	2號	3號	4號	5號	1號	2號	3號	4號	5號	1號	2號	3號	4號	5號
11. 4	40	40	37	37	35	40	40	37	37	35	43	40	40	38	38
11. 6	43	38	40	46	35	45	39	33	40	34	44	40	41	41	38
11. 8	46	38	41	45	35	46	39	42	46	32	45	38	43	41	38
11.10	8	36	38	44	33	45	40	41	48	34	44	41	41	44	42
11.12	51	38	39	45	35	47	42	42	50	33	46	39	40	45	55
11.14	54	37	37	49	33	50	39	44	53	35	42	40	46	44	44
11.16	51	40	32	50	31	44	36	45	51	33	46	39	47	41	39
11.18	51	41	27	48	33	18日殺	25	43	46	32	43	38	43	43	11.19日死
11.20	56	43	11.19日死	56	28		33	48	56	36	11.21日死	11.21日死	11.21日死	47	死
11.22	58	45	死	50	27		34	51	58	39	死	死	死	46	
11.24	57	44		50	25		33	51	53	40				42	
11.26	59	48		50	11.26日死		30	53	58	38				11.23日死	
11.28	55	46		50	死		30	51	60	37				死	
11.30	49	46		52			11.28日死	51	63	38					
12. 2	47	51		55			死	50	65	38					
12. 4	50	52		57				50	65	36					
12. 6	48	52		56				50	68	37					
12. 8	48	52		57				49	66	37					

上表にて見る如く、第1區即ち黃變米粉にて飼育せしものは5例共着手後4日目に、第2區黃變米粉と玄米粉と等分に混合して飼育せしものは5—17日目に、第3區黃變米粉30%を混用せしものは15—32日目に、何れも全部致死せり、第4區黃變米10%を玄米粉に混じて飼育せしものは、3號は15日目、5號は22日目に死せしも、他は34日目に至るも生存せり、されども黃變米毒素の爲め特有の中毒症狀を呈せり、第5區玄米粉のみにて飼育せし標準は、着手後15日目に1號を「エーテル」にて殺し他の中毒致死せしものと比較したり、2號は着手後10日目に頓死せしも、他の3例は健全なりき、第6區「ビタミンB」缺乏食のものは着手後15—24日目に全部死亡したり。

黃變米のみの第1區のものは、生體量漸次に降下し飼育後2日目に體毛幾分逆立ち、四肢蒼白となり標準のものより幾分太く見へ、下痢を起さず糞は硬くして黄色乃至黄褐色を帯び、食欲の減退を見ず4日目に急死せり。

第2區のものは第1區に比して黃變米は半分なるも、生體量は漸次降下し比較的長く生存せし1,3,4號は、一旦生體量の上昇を見たるも又降下したり、2,5號は着手後2日目より體毛逆立ち、5號は四肢蒼白にして標準のそれよりも太くなり6日目に死したり、2號は10日目より四肢蒼白を起し運動不活潑となり14日目に死したり、他の1,3及4號は

着手後3—4日目より前記症状を現はし、死する3—5日前より運動不活潑となり、四肢にて體を保持すること困難にして歩行失調、後退歩行をなすに至りしも食慾減退を見ず、下痢を起さず、17日目に死亡したり。

第3區は黄變米30%混入せるものにて、第2區の場合と相似たる症状を起せしも、毒性弱き爲め15—31日にて死したり、中毒症状も第2區より2—3日位後れて現はれ、2及4號は死する前に幾分軟き糞を出すを見たり。

第4區は黄變米10%に過ぎざりしも、3及5號は生體量漸次降下し、3號は中途上昇を見たるも又降下し、着手後3號は15日目、5號は22日目に死したり、中毒症状は前區と同様なり、1,2及4號は生體量漸次に上昇を見たるも、實驗中體毛幾分逆立ち、四肢は標準より蒼白となりたるが、他は標準と異なるなく、糞は黄色乃至黄褐色を帯ひたり、下痢を起さず。

黄變米抽出毒素にて飼育試験

黄色米より毒素抽出の方法としては、黄變米300gを2—3 l入「フラスコ」に入れ、之に1,5 lの80%又は25%「アルコール」を加へ2—3日放置す、此間時々振盪攪拌を行ふ、後濾過して透明液となし、直に80°C内外の温度にて減壓蒸發を行ひ、約150c.c.程度に濃縮せし時に作業を止め、80%「アルコール」の時得たる濃厚なる黄色液を其儘使用し、又25%「アルコール」の場合には濃縮を終りたる後、冷却を待ち濾過して透明なる褐色を帯べる濃厚黄色液となし、何れも動物試験に用ひたり、但し此等の液は常温にては腐敗し易きを以て冷蔵庫に保存し、長期貯藏を避けて隨時新に調製したり、又斯くして能く浸出せし残物には動物試験の結果毒性なし。

試験に用ひし白鼠は生體量33—54:のものにして、飼育匣は木製正面1尺奥行7寸高さ5寸にして正面は金網を以てせり、保温材料として稻藁を使用し、他は前項の飼育試験に於けると同様なり。

實驗方法としては相近き生體量を示せる白鼠を各區に組合せ、主食物たる玄米粉に前記黄變米抽出毒素を一定の割合に加へたり。

第1區 白鼠7匹に玄米粉50瓦と25%「アルコール」抽出物10c.c.外に甘藍

第2區 全 上 25%「アルコール」抽出物5c.c.外に甘藍

第3區 全 上 外に甘藍 標準
 第4區 全 上 80%「アルコール」抽出物5c.c.外に甘藍
 第5區 全 上 80%「アルコール」抽出物2,5c.c.外に甘藍
 第6區 全 上 80%「アルコール」抽出物1c.c.外に甘藍

以上は一日の量にして、甘藍は十分に給與し自由食となしたり、その爲め飲料水は別に與へざりき、而して着手後1ヶ月にして80%及び25%「アルコール」抽出物の添加量を上記の2倍量となし、最初より3ヶ月間飼育を行ひ、次の如き試験成績を得たり、實驗中生體量の秤量は4日に1回行ひたり。

月日	第 1 區 玄米粉50g 25%「アルコール」抽出物10c.c. 甘 藍 加							第 2 區 玄米粉50g 25%「アルコール」抽出物5c.c. 甘 藍 加							第 3 區 玄 米 粉 甘 藍 加 標 準					
	1號 合	2號 合	3號 合	4號 合	5號 ♀	6號 ♀	7號 ♀	1號 合	2號 合	3號 合	4號 合	5號 ♀	6號 ♀	7號 ♀	1號 合	2號 合	3號 合	4號 ♀	5號 ♀	6號 ♀
5.29	54	50	42	37	47	38	35	54	50	42	37	47	38	35	49	43	37	47	35	33
6. 2	53	41	37	38	39	37	35	52	51	41	37	47	36	34	51	42	41	44	35	33
6. 6	54	44	39	39	42	39	38	50	55	45	41	50	39	36	51	47	43	45	38	38
6.10	56	47	42	42	46	42	40	61	58	46	42	51	39	38	57	51	46	50	39	40
6.14	61	52	47	47	49	48	45	63	59	46	45	53	42	41	60	57	49	51	41	43
6.18	63	55	48	50	51	49	46	69	65	52	48	57	44	41	65	64	54	56	43	47
6.22	65	58	53	53	54	52	50	68	67	52	53	61	48	44	67	67	57	60	45	48
6.26	71	60	55	52	55	52	52	73	73	56	57	64	52	49	72	74	60	66	47	53
6.30	75	60	56	54	55	55	54	76	78	57	61	66	55	50	73	77	63	70	47	56
7. 4	79	64	60	55	59	60	56	77	82	57	63	68	56	52	74	78	66	74	46	58
7. 8	84	68	65	57	66	62	62	80	86	60	68	71	60	55	76	84	68	73	42	61
7.12	86	64	68	57	65	63	64	83	97	64	75	78	66	60	83	90	74	81	46	66
7.16	88	64	67	54	67	62	61	84	96	63	76	79	65	62	85	94	73	83	49	68
7.20	89	65	67	55	59	65	63	80	93	61	78	73	65	64	88	98	77	87	50	72
7.24	89	61	65	48	47	59	60	80	103	64	79	76	68	67	90	102	89	90	52	76
7.28	94	57	70	7月25日死	7月25日死	61	61	74	95	60	74	72	60	60	83	95	73	85	47	70
8. 1	104	59	72	7月25日死	7月25日死	64	66	72	101	57	78	67	7月31日死	69	87	97	71	83	47	72
8. 5	114	55	77			66	67	78	105	61	81	72	7月31日死	63	91	102	殺	88	51	74
8. 9	117	77				69	69	80	109	63	85	70		63	93	106		90	51	75
8.13	122	81				70	71	79	110	62	89	75		65	91	109		88	51	75
8.17	125	81				69	67	81	110	65	90	76		65	95	112		90	51	74
8.21	121	82				68	68	83	108	62	87	74		67	92	111		85	46	72
8.25	124	81				64	65	80	113	54	83	68		64	97	104		88	47	75
8.29	128	85				63	63	76	110	54	84	69		63	101	106		90	49	77
8.31	123	83				61	57	79	116	56	85	70		68	102	112		90	50	77

月日	第 4 區 玄米粉 50g 80%「ア ルコール」浸出物 5c.c. 甘藍加							第 5 區 玄米粉 50g 80%「ア ルコール」浸出物 2.5c.c. 甘藍加							第 6 區 玄米粉 50g 80%「ア ルコール」浸出物 1c.c. 甘藍加						
	1號 ♂	2號 ♂	3號 ♂	4號 ♂	5號 ♀	6號 ♀	7號 ♀	1號 ♂	2號 ♂	3號 ♂	4號 ♂	5號 ♀	6號 ♀	7號 ♀	1號 ♂	2號 ♂	3號 ♂	4號 ♂	5號 ♀	6號 ♀	7號 ♀
5.29	51	47	39	37	40	39	39	52	47	40	38	41	39	38	52	45	42	37	48	40	38
6. 2	45	40	36	39	37	39	38	50	46	40	40	44	39	38	53	45	43	37	45	40	37
6. 6	49	41	39	42	31	41	41	54	45	44	43	45	42	40	58	49	49	40	47	45	40
6.10	59	46	42	46	27	44	45	56	50	47	45	46	45	41	62	52	53	43	47	46	41
6.14	64	51	49	51	47	47	47	60	54	48	50	48	48	44	63	54	55	46	49	48	44
6.18	58	53	47	53	49	47	64	58	55	54	53	52	48	70	57	63	53	52	49	53	58
6.22	63	54	51	58	54	52	67	63	57	55	52	56	50	72	59	67	56	53	55	48	62
6.26	64	59	50	61	55	53	71	64	62	58	57	58	54	75	65	70	60	55	60	52	67
6.30	64	60	51	66	58	54	71	64	63	59	56	60	54	79	68	71	63	57	61	55	72
7. 4	69	65	57	70	63	56	74	65	67	62	54	64	56	80	71	75	66	57	65	56	77
7. 8	75	70	62	74	66	57	75	66	68	64	53	65	59	81	74	79	65	57	67	60	83
7.12	77	71	64	74	66	62	78	67	75	68	59	70	62	83	76	84	64	61	72	61	86
7.16	74	68	67	76	66	63	80	69	77	69	61	72	63	86	81	88	70	63	75	64	89
7.20	80	71	72	78	75	64	83	66	78	71	63	74	66	85	84	85	68	61	77	67	92
7.24	76	67	67	70	67	57	84	77	78	72	67	68	70	86	85	87	71	62	79	69	95
7.28	78	67	70	73	65	57	78	78	67	63	64	64	64	82	82	85	70	59	72	63	98
8. 1	73	72	76	76	71	55	79	89	67	63	64	64	64	80	82	83	66	53	79	63	101
8. 5	65	75	80	75	74	57	84	83	69	65	67	67	67	82	80	86	69	60	77	65	104
8. 9	76	80	76	76	76	55	87	87	73	70	67	67	67	87	81	92	74	63	78	69	107
8.13	79	85	82	78	78	56	85	88	75	72	68	68	68	85	83	92	72	63	79	68	110
8.17	77	83	77	77	77	54	86	87	77	73	70	70	70	85	84	95	73	64	89	69	113
8.21	82	88	82	80	80	57	83	85	75	72	67	67	67	84	80	94	72	62	77	70	116
8.25	82	90	79	79	79	56	89	93	78	73	71	71	71	84	82	94	74	64	89	68	119
8.29	77	92	77	74	74	53	83	93	77	74	71	71	71	85	83	96	74	64	77	70	122
8.31	76	92	76	73	73	56	88	95	78	75	73	73	73	87	80	95	75	66	80	73	125

上表にて見る如く、第1區は生体量漸次上昇せるも、着手後10日目頃より体毛逆立ち、12週間後に四肢蒼白となり、標準たる第3區のものより幾分太く、下痢を起さず、糞は黒褐色を帯びたり、死する3-4日前より急に生体量降下し、4.5號は57日目に、2號は71日目に死したり、他の2例は生体量の漸次昂上を見たも、何れも中毒症状を呈したり。

第2區は第1區と同様の症状にて6號が63日目に死せるのみなるが、他のものは何れも軽重の差はあれども皆中毒症状を呈したり。

第3區は標準にして生体量は漸次上昇し、健全なるも他の試験區と對照の爲め3號を64日目に殺し解剖したり。

第4區は着手後2日目に5號に中毒症状現はれ14日目に死す、他は着手後8日目頃より

前記症状を呈し、1號は69日目に死す、他は皆中毒症状を呈するも3ヶ月後迄も生存したり。

第5區は前區の如く同一症状を現はし、2號は51日目に、6號は55日目に死し、他は中毒症状を現はせり。

第6區は毒素の量少かりし爲め3ヶ月間一例の死せるものなし、然れども漸次輕き中毒症状を呈し、最後に幾分體毛逆立ち毛色悪く幾分粗となり、運動不活潑となれり。

解剖的所見は後に述ぶる黄變米飼育試験に於けるものと同一なり。

加熱が毒素に及ぼす影響

吾人が米を食用とする場合には適量の水を加へ炊ぐを常とす、若し飯用米に黄變米菌の繁殖ありたる場合に、此處理が黄變米毒素に如何なる影響を與ふるかを檢する爲め、日常米を炊く條件に近き操作を施したる黄變米に就き、其毒性を動物試験により調査したり。

先づ十分に乾燥せる黄變米約1kgを竹製の籠内に入れ、能く沸騰せる殺菌釜内に入れ、1時間蒸し、直に乾燥し粉碎機にて粉末となし試験に供したり、比較として普通の玄米を同様に處理して玄米粉を作りたり。

實驗に供したる動物は白鼠にして、生体量35—40gのものを選び一群を5匹となし、其他の點は前記飼育試験に準ずる方法にて施行したり。

第1區 白鼠5匹に對し加熱黄變米粉と甘藍30g

第2區 全 上 黄變米粉と甘藍30g

第3區 全 上 加熱玄米粉と甘藍30g

此等の米粉は何れも水にて硬練して自由食となし、飲料水は常に十分に與へ、又生体量は2日に1回秤量したり。

下記の成績にて見る如く、第1區即ち加熱黄變米粉にて飼育したるものは、2.5號10日、1號は11日、4號は13日、3號は21日生存したるが、何れも前記の各試験と同様の中毒症状を呈したり、第2區の加熱せざる黄變米粉にて飼育せしものは、5例共4日にして死し、生存期間は4日間に過ぎず、第3區標準のものは何れも皆健全なりしが、1號を比較解剖の爲め14日目に「エーテル」にて殺したり。

月日	第 1 區 加熱黄變米 30g					第 2 區 黄變米 30g					第 3 區 玄米 30g				
	1號	2號	3號	4號	5號	1號	2號	3號	4號	5號	1號	2號	3號	4號	5號
11.4	40	40	37	37	35	40	37	37	36	35	43	40	37	37	35
11.6	39	36	36	34	36	38	35	35	35	35	45	39	39	40	34
11.8	37	33	35	31	35	35	32	34	33	33	46	39	42	46	32
11.10	36	32	36	35	32	死	死	死	死	死	46	40	41	48	34
11.12	38	30	35	34	37						47	42	42	50	33
11.14	36	11月14日 死	36	33	11月14日 死						50	39	44	53	35
11.16	11月15日 死	39	32								44	36	43	51	33
11.18	死	39	11月17日 死								47	35	48	46	32
11.20			38								33	51	56	36	
11.22			37								34	51	58	39	
11.24			36								33	53	58	40	
11.26			11月25日 死								30	51	58	38	

以上の結果よりして、第1區と第2區との白鼠の生存期間に差ありて、加熱黄變米粉にて飼育したるものは生存期間相當に長きに依り、毒素幾分熱の爲めに破壊せられたるものの如く思はるるも、只1回の試験にては輕々に断定し難し、然れども黄變米を100°C. 1時間の加熱を行ふも、其毒素を完全に破壊すること能はざるものと言ふを得べし。

黄變米中毒症狀と「ビタミンB」欠乏症狀との比較

從來「ビタミンB」缺乏症は脚氣病或は「ベリベリ」病と同一のものにて、米食人種特有のもの如く言はれたり、故に今本中毒症と「ビタミンB」缺乏症との比較を行ひ、此兩者の間の異同の點を記載せんとす。

相似たる點及相異なる點の主要なるもの

黄變米中毒症狀

- (1) 飼料に毒素多き場合は生體量漸次下降す、毒素少量の場合は最初上昇を示すことあるも死の前に又降下す。
- (2) 體毛逆立し死期迄續く。

「ビタミンB」缺乏症狀

- (1) 生體量は1時急増するも後に漸次下降して死す。
- (2) 體毛逆立を認めらる迄の期間は黄變米中毒症狀より遅きを常とす、死期迄續く。

(3) 重症となれば歩行困難、失調、後退歩行を行ふ。

(4) 中毒せしものは一般に神經過敏となる。

(5) 長期中毒のものは知覺麻痺を生じ、死の前に全身麻痺を起すものあり。

(6) 尿は透明なる濃黄色を呈す。

(7) 糞は致死迄硬きものを普通とし少量軟質なるものあり、黒色、黄褐色、黄色なり下痢を起さず。

(8) 飼育中食欲減退乃至は食下量の減少を認めず。

(9) 四肢蒼白となり標準より太く見へ觸るれば冷感あり、此期間は3—4日にして着手後2—5日にて現はる。

(10) 皮膚の緊張を失ひ痛み上ぐれば標準の如く直ちに元の位置に復せず暫時其儘に保たる。

(11) 四肢蒼白期を経て一時太かりし四肢は幾分細くなる頃に至れば静脈著しく青色となり特有の着色を現はす。

(12) 眼球は鮮赤色のもの白味を帯び濁りて見ゆ。

(13) 少しく衰弱の兆ありて急死す。

以上にて見る如く多少相似たりと思はるる點なきにしも非ざるも大體に於て著しく異れり、尙解剖學的所見を得る爲め、試験動物の死後直に解剖を行ひ標準と比較したり、此標準のものは「エーテル」にて殺したるものにて、此等比較に用ひしものは何れも皆解剖後「ホルマリン」にて保存せり。

(3) 歩行困難、失調、後退歩行を行ふ。

(4) 一般に神經過敏となる。

(5) 知覺麻痺は「ビタミンB」缺乏症に特有の麻痺なり、全身麻痺を起すものを見ず。

(6) 尿は透明なる黄色にして、黄變米中毒症のものより色淡きを常とす。

(7) 下痢を起し糞は黒色なり。

(8) 飼育中最初は食欲旺盛なるも漸次減少を認め最後近くには殆ど食欲なし。

(9) 四肢は普通の如し。

(10) 皮膚の緊張力を失ふことなし。

(11) 四肢は肉落ち細くなるも黄變米中毒症の如き青色とならず。

(12) 眼球に異状を認めず。

(13) 漸次衰弱して死に至る。

黄變米中毒に因り死せし白鼠

- (1) 心臓、心臓は一般に肥大し暗黒紫赤色を呈す。
- (2) 肺臓、中毒にて急死せしものは變化なきが如きも、長期中毒のものは萎縮し暗黒紫赤色なり。
- (3) 肝臓、中毒急死せしものは變化なきが如きも長期中毒致死のものは肥大し暗黒紫赤色を呈す、又白色斑點を有するものあり。
- (4) 脾臓、中毒急死せしものは肥大せず長期中毒にて死せしものは甚しく肥大せり。
- (5) 腎臓、中毒急死のものは普通なるも長期中毒にて死せしものは肥大す。
- (6) 胃及腸、十分に食物の存在を認む。

以上の如く解剖的には著しき差異あり、之を概言するに「ビタミンB」缺乏症は胃腸等消化器系統の疾患にして、黄變米毒素中毒は循環系統に作用あるものと言ふべし。

結 論

- (1) 貯藏米穀に繁殖して毒素成生をなす一種の菌あり、今茲にては假りに黄變米菌と呼び、其變質米を黄變米と稱することとす。
- (2) 今日迄手にし得たる文獻に據れば、從來貯藏穀物に寄生して毒素成生をなすことの確なる菌の報告せられたるものなし。
- (3) 黄變米は臺灣より北海道に至る迄廣く一般に分布せるものゝ如し。
- (4) 黄變米菌は *Penicillium* 屬のものなるが種名は未だ考定せず。
- (5) 黄變米菌は米粒に黄色を帯びしむる特徴あり、胚部に最も能く繁殖し次いで糊粉粒層なり、顯微鏡的に見ても亦然り。

「ビタミンB」缺乏症にて死せし白鼠

- (1) 心臓、心臓の肥大を認めず、黄變米中毒症のものゝ如く暗色ならず。
- (2) 肺臓、萎縮を認めず鮮赤色なり。
- (3) 肝臓、肥大を認めず、黒紫赤色を呈し白色斑點を生せず。
- (4) 脾臓、肥大を認めず。
- (5) 腎臓、肥大を認めず。
- (6) 胃及腸、十分に食物の存在を認めず。

- (6) 黄變米菌の繁殖には米の含有水分量最も重要なる關係を有し次には温度なり。
- (7) 黄變米毒素は胚に最も多く胚乳に少し、白米は玄米に比し其毒素含有量半分以下なり。
- (8) 米以外の穀物には黄變米菌の繁殖極めて不良なり。
- (9) 黄變米菌には營養菌糸、氣生菌糸、擔子梗及び胞子を區別するを得、培養上の特徴としては最初黄色なるも後に黄綠色となるを普通とす。
- (10) 黄變米菌の生育温度は最低3—5°C. 最高40°C.と50°C.との間最適30°C.なり、死滅温度は割合に高くして60°C.50分間にて死滅せず、又毒素成生は低温度にては少きものゝ如し。
- (11) 白鼠を黄變米にて飼育すれば循環系統に異狀を起して死す。
- (12) 白鼠に黄變米毒素を注射すれば少量にて能く致死せしむ、添食せしむるも亦同じ。
- (13) 黄變米毒素は100°C.1時間の加熱にて全部破壊するが如きことなし。
- (14) 「ビタミンB」缺乏症は消化器系統の病氣にて黄變米中毒症とは著しく異なる。

参 考 文 献

- (1) BODIN, E. A., Recherches sur les poisons produit par *Aspergillus fumigatus* (Ann. de l'Institut Pasteur, T. 26, 1912, p. 521)
- (2) BROOKS, C. and COOLEY, J. S., Temperature relations of Apple Rot Fungi (Journal of Agricultural Research, vol. 8, n.4 p. 139, 1917)
- (3) LAFAB, F., Handbuch der technischen Mykologie, 1901—1907.
- (4) SCHMIDT, E., Ausführliches Lehrbuch der pharmazeutischen Chemie, 1919—1928
- (5) SORAUER, P., Handbuch der Pflanzenkrankheiten, 3. Bd. 2. Teil, 1932.
- (6) THOM, C., The Penicillia, 1930.
- (7) THOM, C., and CHURCH, M., The Aspergilli, 1926.
- (8) 榊順次郎、微米の毒物學的研究第一報東京醫學會雜誌1.079—1.115頁 明治24年
- (9) 宮部金吾、出田新、日本植理病理學 大正3年
- (10) 葵見丸、赤變米の病原に関する研究、農事試験場報告第45號の1 大正10年
- (11) 三宅市郎、高田一男、「フケ」米及「モス」米の病原に関する研究、農事試験場報告

第45號の2 大正11年

(12) 額田豊、額田晋、近世内科臨床診斷學 大正13年

(13) 木村哲二、病理學總論 大正14年

(14) 照内豊、白米に含有せらるゝオリザトキシンに就て、日本内科學會雜誌 昭和3年

(15) 岡崎桂一郎、日本米食史 昭和5年

昭和十五年三月廿八日印刷

昭和十五年三月三十日發行

農林省米穀利用研究所

東京市深川區濱町

印刷者 高橋まき

東京市深川區森下町二ノ一五

印刷所 合資三榮舎

東京市深川區森下町二ノ一五

142
979

14.21

14.21-979



79

終