HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	馬鈴薯の不稔と温度の問題
Author(s)	奥野, 俊
Citation	低温科學, 2, 219-225
Issue Date	1949-10-20
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/17419
Type	departmental bulletin paper
File Information	2_p219-225.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

馬鈴薯の不稔と溫度の問題*

奥　野　　俊**

馬鈴薯は一般に不稔性で，殆んど結實を見ないのが通例であり，品種によつては地方的の差異はあるが，開花しないものもある．然し時によつては比較的良好な結實を見る事もある．この樣に種子の出來る場合は多く寒冷な氣候の年に多いと云ふ事は，馬鈴薯の栽培家の間に古くからいはれてゐる事である．

馬鈴薯の不稔は交雜法による優良品種育成に一大支障を來すもので，今日栽培されてゐる品種の收量が逐年減收の傾向を示してゐる時，馬鈴薯に於る不稔の問題を基礎的に調べる事は生理學的，細胞學的及び遺傳學的見地から興味あるばかりでなく，育種學上重要な問題である．然して今日高等植物に於る不稔の原因として雄性若しくは雌性器官の性的缺陷によるもの，雌雄兩器官の不親和による不稔及び胚子形成の不完全又は死滅等など種々あるが，馬鈴薯の場合はこれ等の中の何れによるものか今後詳細な研究を必要とする．以上述べた高等植物に於る不稔は內因的又は外因的の要因によつて惹起されるが，その外因的要因の一つとして溫度の影響が擧げられる．著者は馬鈴薯不稔の研究の第一步として，溫度の影響を昭和 19 年度に於て調べ，玆にその調査結果を得たので報告する事とした．

材料及び方法

供試材料は男爵，紅丸，蝦夷錦，農林一號，島系 161，田山種の他，606, 643, 649, 665, 667 及び 672 の系統番號を有する各品種の馬鈴薯を用ひた，尙男爵，蝦夷錦及び紅丸以外は全部北海道農事試驗場島松馬鈴薯試驗地の田口技師の御厚意により載いたもので，同氏に對し深く感謝の意を表する次第である．

本實驗は當研究所の實驗圃場の他に，俱知安町に圃場を借りて行つた．俱知安の圃場は特に高地を選び，夏季に於る平均氣溫は札幌の圃場に比較して約 2°C 低かつた．溫度測定は 6 月中旬より 10 月中旬迄每日行ひ，測定時間は 7 時，12 時，18 時の三回を選び，この他に最高及び最低溫度の測定も行つた．結實狀態は各品種間又は同一品種間內に於る人工授精法によつて生じたものを詳細に觀察し，その日の溫度との關係を調べた．尙自然の狀態に於て結實せるものも出來得る限り觀察し，これを記錄した．

---

* 北海道大學低溫科學研究所業績　第 36 號．

** 低溫科學研究所．

實驗結果

品種によつて開花期に相當の遲速があつたので，札幌圃場では大體7月上旬から，又倶知安圃場では7月中旬から人工授精を行ひ，8月下旬迄繼續して行つた．人工授精は大體9時から10時頃迄の間に行つた．札幌及び倶知安の兩圃場に於る結實成績の詳細は第1表と第2表に示すが如き結果となつたが，札幌圃場では7月に1回，8月に2回，合計3回，倶知安圃場に於ても同樣に7月に1回，8月に2回，計3回の結實を見た．

第1表 札幌圃場に於る馬鈴薯の結實成績

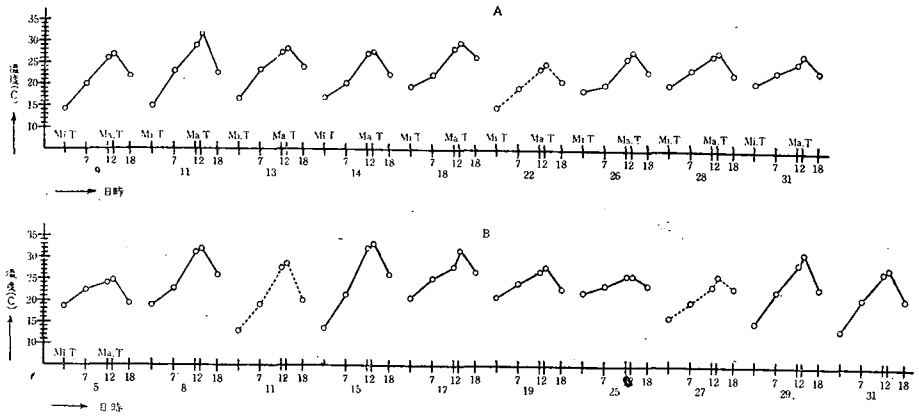
實驗場所	日時	溫度 (C)						結實結果
		7時	12時	18時	最高	最低	平均	
札幌圃場	7月9日	20.0	26.0	21.8	26.8	14.2	21.8	−
	11日	23.0	29.0	22.6	30.5	15.0	24.0	−
	13日	23.4	27.4	24.0	28.2	16.7	23.9	−
	14日	20.2	27.2	22.4	27.6	17.0	22.9	−
	18日	23.4	28.4	26.4	29.8	19.6	25.5	−
	22日	19.4	23.8	21.0	25.0	14.8	20.8	+
	26日	20.4	26.4	23.4	28.0	19.0	23.4	−
	28日	24.0	27.2	22.8	28.0	20.3	24.5	−
	31日	23.6	25.7	23.6	27.5	21.0	24.3	−
	8月5日	22.4	24.0	19.4	24.6	18.5	21.8	−
	8日	22.7	31.2	26.0	32.0	19.0	26.2	−
	11日	19.2	27.6	20.0	28.6	13.0	21.7	+
	15日	21.4	32.1	26.0	33.2	14.6	25.5	−
	17日	25.1	27.8	26.6	31.6	20.6	26.3	−
	19日	24.0	26.8	22.8	28.5	20.8	24.6	−
	25日	23.8	26.0	23.8	26.0	22.0	24.3	−
	27日	20.0	24.6	23.2	26.0	16.4	22.0	+
	29日	22.6	29.0	24.4	31 4	15.2	24.5	−
	31日	21.0	27.2	21.0	28.0	14.6	22.4	−

第2表 倶知安圃場に於る馬鈴薯の結實成績

實驗場所	日時	溫度 (C)						結實結果
		7時	12時	18時	最高	最低	平均	
	7月16日	21.6	22.4	21.1	22.8	17.0	21.0	−
	17日	21.2	23.0	22.2	23.6	16.0	21.2	−
	20日	22.0	21.0	19.4	22.0	16.6	20.2	−
	21日	18.6	20.8	18.6	21.6	13.8	18.7	+
	24日	18.8	23.0	21.2	23.6	15.2	20.4	−

俱知安圃場	7月25日	21.0	26.0	20.5	27.4	15.6	22.1	−
	29日	22.9	26.2	24.0	26.8	19.0	23.8	−
	30日	22.8	28.4	23.8	30.0	19.1	24.8	−
	8月 2日	22.4	26.2	23.6	27.4	18.8	23.7	−
	3日	21.4	27.6	24.4	29.0	17.2	23.9	−
	6日	18.0	28.2	22.0	29.4	14.0	22.3	−
	7日	23.6	32.2	24.2	33.8	18.0	26.4	−
	12日	17.8	21.2	18.8	21.8	13.2	18.6	+
	13日	21.2	24.4	23.2	26.0	15.4	22.0	−
	22日	18.4	22.6	21.2	23.6	15.2	20.2	+
	23日	20.2	24.6	21.0	25.4	17.8	21.8	−

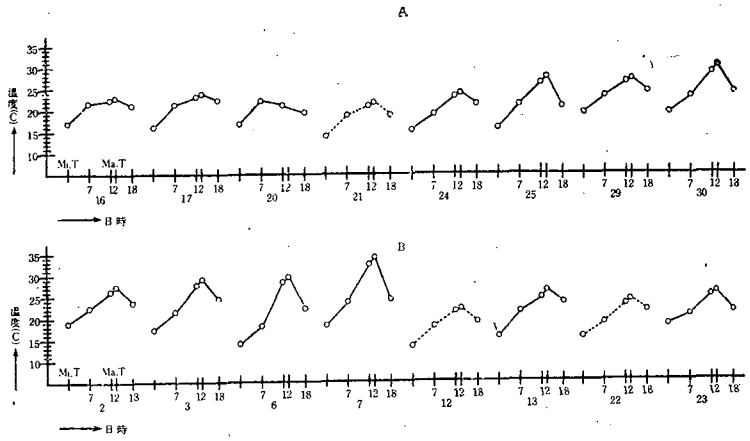
結實した日の溫度は第1表及び第2表で明らかである如く，札幌では平均溫度（7時，12時，18時と最高及び最低溫度の平均）20.8°C，21.7°C，22.0°Cで，俱知安では18.7°C，18.6°C，20.2°Cであつた．これ等の溫度は何れも7月及び8月の最低溫度日に大體相當してゐた．この事は明らかに馬鈴薯の結實には溫度が重要な外要因として作用してゐる事を意味するものである．尙第1表と第2表に示せる結果を圖表にすると第1圖，第2圖の如くである．



第1圖　A は第1表に於る7月の，B は8月の人工授精日とその日の溫度を示す．破線は結實日の溫度を表はす．Mi.T はその日の最低示度時で，Ma.T は最高示度時である．

然らば馬鈴薯の結實にどの程度の溫度が好適であるかは，本實驗の範圍では明確な事はいへない．然し札幌では平均溫度 20°C 附近，俱知安では 18°C 附近の溫度の日に結實が見られた事より，少くとも授精現象が平均溫度 20°C 以下の日に行はれた時，比較的好結果が齎らされるのではないかと思はれる．20°C 以下といつても，授精し得る最低の限界溫度は當然存在する譯であるから，この限界溫度を越える低溫下では勿論結實出來ないものと考へられる．

次に結實頻度は非常に低調なもので，札幌圃場に於る實驗では 3.8%，俱知安圃場では 5.5%



第2圖 A は第2表に於る7月の，B は8月の人工授精日とその日の溫度を示す．破線は結實日の溫度を表はす．Mi.T はその日の最低示度時で，Ma.T は最高示度時である．

に過ぎなかつた．卽ち札幌では7月に9回，8月に 10 回の人工授精を行ひ，各1回毎に7組宛行つたから全體で133組になる．その中，結實せるものは7月 22 日に2組，8月 11 日に2組，8月 27 日に1組，計5組であるから，その頻度は約 3.8%になる．又俱知安では7月に8回，8月に8回行ひ，各1回毎に8組宛人工授精を行つたので，合計 128 組になり，その中，結實を見たのは7月 21 日に3組，8月 12 日に3組，8月 22 日に1組，計7組であるから，その頻度は約 5.5%になる．尙自然狀態に於ても多少結實が見られたが，これ等のものの殆んど總ては人工授精法によつて結實した日と大體同一日であつた．然し自然狀態に於る結實頻度は判らないが，人工授精法による場合より遙に低調である事は明らかである．人工授精法及び自然狀態に於る結實結果は俱知安圃場の方が札幌より僅かに良好であつた．これは兩地方の溫度差によるものか判然とした事はいへないが，札幌圃場の7月の平均溫度は 23.5°C，8月は 23.9°C で，7月と8月を通じての平均溫度は 23.7°C であつた．然るに俱知安圃場では7月の平均は 21.5°C，8月の平均は 22.4°C で，7月及び8月を通じての平均は 22.0°C であり，俱知安は札幌よりも7月が 2°C，8月が 1.5°C，7月と8月の平均で 1.7°C 低かつた．

考　察

馬鈴薯は一般に不稔性で，札幌地方では殆んど結實を見ないのが通例である．又全く花芽を形成しなく，隨つて開花しないものもある．この不稔の原因が何れにあるか追求する事は育種學上重要な問題である．今日迄馬鈴薯の不稔に關する研究は二，三あるが，何れも不充分な點が多く，今後の研究により決定さるべき多くの問題が殘されてゐる樣に思はれる．

馬鈴薯に於る不稔として，先づ細胞學的機構にその原因が存在する場合が考へられる．即ち染色體の異常によるもので，花粉母細胞が正常な減數分裂を行ひ得ない事に基因する．殊に四分胞子の形成が正常に行はれないで，二分胞子，三分胞子又は五分胞子以上の多分胞子が形成され，これ等のものが授精能力がない爲に不稔となる事が馬鈴薯に於ても一應考慮される．この様な現象は須藤 (1927)，福田 (1927) 及び Müntzing (1933) によつて馬鈴薯で見られてゐる．著者も多くの品種の細胞學的研究に於て異常形の胞子形成を觀察した．特に栽培品種に於てこの異常が著しく，例へば男爵では約 45% 位の異常形の花粉粒が見られた．然し異常なものと同時に正常な花粉粒も多く存在するから，當然相當の結實が見られなければならない．又二，三の馬鈴薯では殆んど完全な花粉粒が形成されるにも拘らず，結實結果は良好でなかつた．その一例を擧げると，田山種は n=12 の 2 倍種で，減數分裂は全く正常であつて，90%以上の正常な花粉粒が常に形成されるが，結實狀態は栽培品種の男爵，紅丸，蝦夷錦，農林一號等と何等變りなく非常に低調なものであつた．以上の事より減數分裂の異常が馬鈴薯の不稔現象の直接な原因とは考へられない．

次に環境要因が花粉の不稔性の重大な原因となる事が知られ，この中，温度と榮養狀態が最も著しい影響を及すものである．Popenoe (1917) はマンゴー (*Mangifera indica*) の花粉に於て，Borgenstem (1922) はハシドイ屬 (*Syringa*) の花粉の不稔は低温の爲に起ると報告してゐる．又 Michaelis (1926) はアカバナ (*Epilobium pyrricholophum*) は種々の低温で，Blakeslee と Cartledge (1926) はテウセンアサガホ屬 (*Datura*) で同樣に低温が不稔性花粉粒を著しく增大する事を見てゐる．須藤 (1927) は馬鈴薯では逆に雄性器官の不稔は高温の爲に起る事を確めてゐるが，然しこれ等の人の研究の多くは異常温度の爲に減數分裂が不規則に行はれ，その結果不稔性の花粉粒が出來た事，即ち前述の細胞學的機構による不稔である．

馬鈴薯に於る不稔は以上述べた細胞學的の異常によるよりも，寧ろ生理學的異常にその原因が求められるものと思はれる．生理學的原因による不稔も種々の方面から考慮されなければならないが，馬鈴薯の場合は雌雄兩器官の間に於る機械的の授粉不可能と云ふ事が考へられ，この直接原因の一つとして温度の影響が擧げられる．即ち柱頭上に於て花粉が發芽しないか，發芽しても花粉管の伸長が花柱若しくは子房内で障碍の爲に中止され，授精不能となるもので，この花粉管の伸長と雌の器官に於る不親和性の原因の一つとして温度の不適當と云ふ事が，大きな影響を齎すものと考へられる．この様な花粉管の柱頭内に於る伸長障碍は本實驗に於て明らかに見られ，多くは花粉管が柱頭内に伸びて行く前に，死滅してしまふものが多い様であつた．又結實は札幌及び倶知安兩圃場を通じて，7 月と 8 月の平均温度が約 20°C 以下の最低温度日に見られた事より，馬鈴薯の授精に温度が大きな要因として作用してゐる事は明らかである．この事は又比較的

低溫の年に馬鈴薯の結實が見られると云ふ實際の栽培者の意見と一致するものであり，この點非常に興味ある事である．然しながら本實驗に於る 20°C 附近の溫度は決して馬鈴薯の結實に對する好適な溫度ではない．

馬鈴薯の結實には溫度の他に種々の外要因が考へられるが，その一つとして光週律即ち日照時間も又重要な影響を及すものと考へられる．植物に於る生理學的現象に於て，溫度と光週律は密接な關係がある事は，古くから知られてゐる．Roberts と Struckmeyer (1939) は馬鈴薯の *Ka'ahdin* といふ品種を初め涼しく且つ日照時間を短い狀態に保ち，その後，それを涼しく日照時間を長い狀態に保つ事によつて，種子を得たといつてゐる．この Roberts と Struckmeyer の實驗に於ても日照時間の長短は別として，比較的低い溫度の狀態に於て種子を得てゐるが，日照時間が更にどの程度迄，種子形成に好結果を齎らすか明らかでないが，兎に角溫度と日照時間は馬鈴薯の結實に對し密接な影響を誘致するものと考へられる．この溫度と日照時間に關し他日機會を得て詳細な實驗を行つて見たいと思ふ．

馬鈴薯の不稔の原因として以上の他に，花芽の不形成及び落花現象を見逃す事が出來ない．馬鈴薯は品種によつては全く花芽を形成しないものがあるが，又多くの花を着けるものもある．然しその花の殆んど全部が開花後 10 日位で落下する場合が多い．一般に榮養成長と花芽形成とは相反する傾向がある事は，古くから實際家及び生理學者等によつて知られてゐる事であり，特に榮養成長が極端な時は，花芽の形成は殆んど見られない事がある．Klebs (1917) の研究以後の傾向として，花芽の形成には一般に炭水化物が或量だけ植物の體內に蓄積される事が必要であるとせられた．即ち炭水化物の一部分は榮養生長の材料となり，呼吸作用に用ひられるが，それが爲に過剩消費される事なく，體內に或量だけ殘る事が花芽形成に必要な條件となるといふ．この事は馬鈴薯に於ても考へられる事で，同化作用の結果作られた炭水化物の多くは塊莖內に移動する結果，體內に於る炭水化物の分散が不均衡になり，爲に花芽形成の缺除又は落下が起ると考へられる．馬鈴薯では或程度の範圍に於て溫度が高い事は同化作用を盛んにし，炭水化物の蓄積を有利にするが，同時に榮養成長を盛んにするものでは，花芽の形成が特に良くなるとは云はれない．炭水化物の絕對量は少くとも，若しそれが榮養成長に用ひられる事に制限があれば，花芽形成は强ち不可能ではない．これに反して炭水化物の絕對量が多くとも，榮養成長に使用される事が多ければ，花芽の形成は起り難いと考へねばならない．

以上數項に亙つて，馬鈴薯の不稔性に就て論述したが，少くとも馬鈴薯に於る不稔は單獨の原因によるものではない．即減數分裂の異常によつて不稔性の花粉粒が作られる事もその原因と考へられるが，これが直接の原因ではなく，環境要因特に溫度とか日照時間の長短が雌雄兩器官の不親和を誘起する事，又同化作用により作られた炭水化物の體內に於る不均衡な分散が，花芽の

不形成若しくは落花を誘起する事等によつて結實不能となる事が直接的の大きな原因と考へられる.

本研究は日本學術振興會の援助によつて行はれたものである. 玆に同會に對し深謝の意を表する.

文　　獻

BLAKESLEE, A. F. & CARTLEDGE, J. L. 1926. Sterility of pollen in *Datura* Mem. Hort. Soc. New York 3.

BORGENSTEM. E. 1922. Pollen sterility occurs at low temperature in *Syringa*. Arkiv. f. Bot. 17.

FUKUDA, Y. 1927. Cytological studies on the development of the pollengrain in different races of *Solanum tuberosum L.*, with special reference to sterility. ibid. 4.

MICHAELIS, P. 1926. Über den Einfluss der Kälte auf die Reduktionssteillung von *Epilobium*. Planta 1.

MÜNTZING, A. 1933. Studies on meiosis in diploid and triploid *Solanum tuberosum L.* Hereditas 17.

POPENOE, W. 1917. The pollination of the mango. U. S. Dep. Agr. Bull. 542.

ROBERTS, R. H. & STRUCKMEYER, B. E. 1939. Further studies of the effects of temperature and other environmental factors upon the photoperiodic responses of plants. Jour. Agr. Res. 59.

志佐　誠. 1934. 植物の不稔性. 東京.

STOW, I. 1927. A cytological study on pollen sterility in *Solanum tuberosum L.* Jap. Jour. Bot. 3.