

中心空洞と褐色心腐れの防止技術

(財)いも類振興会参与 吉 田 稔

まえがき

本年（2000）の北海道産馬鈴薯は前年につづき中心空洞と褐色心腐れが多発した。これの発生原因について、夏季高温の被害説が横行し、このままではすでに開発公表（吉田、1987、'88、'89）した防止技術が普及せず終わるので、以下にまとめて今後は発生しないようにしたい。

1. 中心空洞の発生メカニズム

馬鈴薯の生理障害はRich（1983）によると23種にのぼり、中心空洞については「巨大粒の発生を促進する急速な生育条件」としていて、それまでの文献（吉田、1988参照）も「急速な肥大で引き裂かれる現象」とするのが大部分である。1987年に北海道内の大産地、十勝・上川・後志などで大発生し、この年に偶然、施肥量試験を行い、中心空洞率が人為的技術要因によって変動することに興味を持った。

上記の多発地域に行くと、『気象が内陸的で異常高温になることが、中心空洞の直接的

原因で、とくにL玉（120～190 g）から2L玉（190～260 g）になるとき高温に過ぎた』として終わらせている傾向がある。

同一町村内で生産者ごとに発生率を異にすることが知られている。それは土壌型や地勢による影響は小さく、大部分は各種の栽培技術の差によるものであり、それが防止技術を生みだす。すでに述べた「急速な肥大」は抽象的で、これを具体的にすると、多肥（とくにチッ素とカリウム）・高いpH（5.6～7.0）・ビニールマルチ・少ない株当たり茎数（1～2本）・広い株間（36cm以上）と欠株である。この説明に入る前に肥大の仕組みを図1により解説したい。

ストロンを通じて地上部から同化産物（糖分）と根から肥料分と水分とが芋へと送られてくる。すると維管束環の内外側に分裂組織があって、まず細胞増加にそれらの養分が優先的に使われ、その残りがデンプンとして蓄積されるようになっている。そのほかに細胞の大きさが20ミクロンから150ミクロンの直

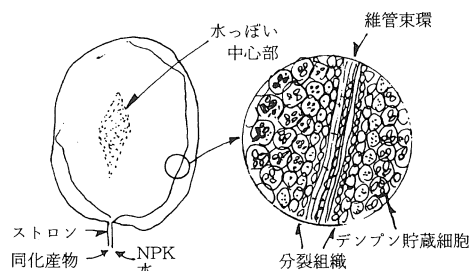


図1. 中心空洞は肥大（細胞増大）とデンプン蓄積のアンバランスによる

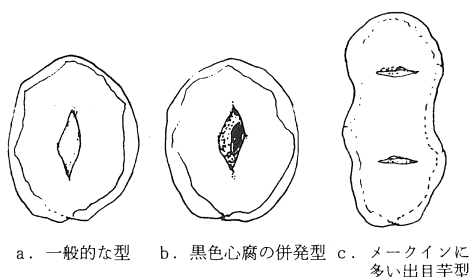


図2. 中心空洞の3型

径までへと拡大し、細胞数増加と細胞体積増加の2重の肥大要因をもち、エネルギーが供給されつづけるかぎりつづく。だから株当たり茎数を1本にして多肥栽培すると、1個重を1kgという超巨大粒にすることが可能である。だが馬鈴薯はデンプン供給源であり、計画的に一定水準（たとえば15%）以上のデンプン蓄積を果たしたものでなければならぬ。つまり馬鈴薯は肥大と蓄積にバランスが保たれる必要がある。そして次項以下に述べる肥大を刺激するような要因を避けなければならない。

2. 最大の多発要因は多肥

中心空洞は図2に見るように、肥大にあたってあまりにも急速に肥大するため、そして維管束を通じて養水分が供給される仕組みのため、中心部への供給が間に合わなくなり、中心部が裂かれる現象である。これについて中心部の細胞が枯死して、きっかけとなるともいわれる。

図内でaが一般型だが、bのように黒変したものが本年産に多い。これは酸素欠乏による黒色心腐れ（メラニン様物質の生成）を併発したものである。呼吸は周皮の1平方ミリメートルあたりに4～5個ある皮目を通じて行われるが、急速な肥大で中心部への酸素供給不足に陥るのである。多湿な土壌や緊密な

土壌構造で発生しやすい。cの型はメークインが2L以上になったときよくみられるものに、目の部分が突出した出目芋があるが、これを縦断したとき芋の頂基方向に直角に割れ目を作ることがよくある。これは20年前以前には見かけなかった。おそらくそれほど肥大を刺激する多肥になったということだろう。

1987年は標準施肥栽培でも図3にみられるように中心空洞が多発した。古くからいわれる男爵薯の2L以上でとくに多く、発生がないといわれてきたメークインでも少ないながら大芋になるほど発生した。

施肥量がゼロだと2Lにさえ発生がなく、2倍肥になると標準肥の発生率の約2倍になった。だからといって全面的に無肥料栽培というわけにはいかない。

pHが高いと多発すると前述したが、それはpH5.6～7.0の範囲で養分吸収が良好になり多肥栽培に似た結果となるからである。

株間が広いとか株当茎数が1～2本で多発しやすいのも、面積当たり芋数が少ないため、芋1個当たり肥料分が相対的に多くなるためである。

だから施肥量が同一（残効も含め）でも、同一町村内で株間が狭いほ場に発生が少なく、同一ほ場内でも欠株の隣接株に多発する。その典型的なものは塊茎単位栽植法（12株ごとに1株空ける方法）をする採種ほに見出される。

本州以南の暖地で比較的発生が少ないのは、マルチ栽培が多く、畦幅60cmの2条植えとし、さらに株間を20cmに狭くしているためである。それでも発生が多いのは、ビニールフィルムのマルチで高温多湿にしているからである。北海道でも7月の早出しを有利とし

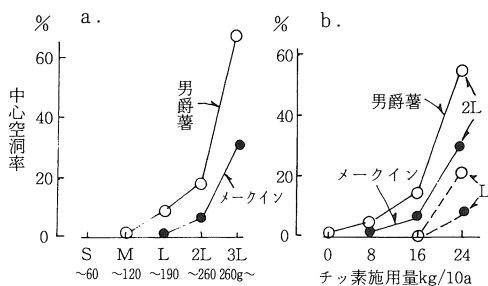


図3. 昭和62年(1987)北海道産の中心空洞率(吉田、1988)

たマルチ栽培があるが、急速な肥大により多発年でなくとも発生がみられる。それらは経験上2Lにならないうちに未熟芋を掘る傾向がある。

3. クロアザ病株に多発

クロアザ病は出芽期のみならず生育の各期に地際部から数センチメートル深い茎部に侵入するが、それが原因で地上部からの同化産物の転流が不順となる。にもかかわらず根からの養水分の吸収は正常に行われるから、施肥量とか単位面積当たり芋数などに無関係に、肥大と蓄積のアンバランスがおこり、中心空洞をおこしやすい。調査したところ(吉田、1988) M玉やS玉にさえ多く見出された。

ほかに経験上、不良培土で発生するといえる。不良培土とは根際部に十分な土が盛られていないもので、芋が高温をうけやすいのだろう。これに関連して保水力のある団粒構造の作土であるかどうかもある。

4. 防止技術

50年の長い視野でみると、昔に比べて中心空洞が発生しやすくなったとみている。つまり、多肥栽培の傾向が強く、しかも前作の残効が大きい時代である。残効が最も大きいのは、北海道の場合テンサイ前作で、トップをすき込むため、10aでチッ素12kg前後、カリウム10kg前後の残効がある。しかもそれは肥料よりも長期間にわたり分解供給され、夏季高温で急速に供給される。だから施肥量を減少し、株間を30cmできちっと植えるという対策を講じてでも中心空洞が発生しやすい。よって馬鈴薯作の前作物はムギ類とかトウモロコシなどのひげ根性作物とし、残効のない条件にしたい。このことがクロアザ病のような土壤病害の防止策ともなる。

株間をきちんとするばかりでなく、株当たり茎数を4～5本にして株当たり芋数を15～20個にすれば、どんな年次にも中

心空洞は発生しない。つまり株当茎数が主働要因で他は従属要因といえる(図4)。

ではどのようにして茎数を4～5本にするかである。その説明の前に1～2本にして早く大芋をえようとする欠点を述べよう。

古来「大きな種芋は大きな芋を生産する」と伝えられ、種芋はS・M・Lと3段階あるが、伝統的にL玉が歓迎される。確かにL玉を4つ切り以上に切断して植えると、株当茎数は1～2本が多く、株当芋数は10個以下で、肥大期間約30日後にはL玉が出現する。この早期肥大技術だと、早生品種の男爵薯でさえ、生育期間約100日肥大期間80日の品種特性を活かしきれず、肥大期間を延長して多収にしようとするほど、巨大粒が増加して歩留収量は減少するという矛盾した栽培になってしまう。その結果として芋は未熟で望ましいデンプン価にも到達しない。

したがって品種特性を生かした生育期間に適合した芋数を用意しなければならない。それが4～5茎説である。それで4～5茎にする技術を整えた。20～40gの小全粒種芋に充分な浴光育芽を加えることである。20～40gは言わば2Sで規格外である。40～60gのS

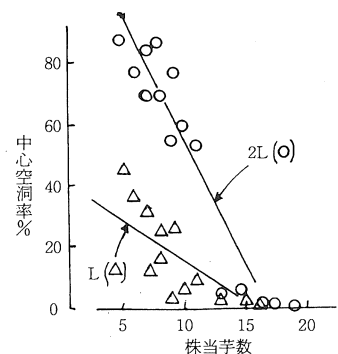


図4. 株当芋数と中心空洞発生率、畦幅70cm株間30cm標準施肥、男爵薯、1987。
(15個以上あれば発生はない)。

玉だと茎数が6～8本となって多過ぎる。種芋は切断するほど茎数が少なく、切断しない方が芋数は多い。だが種芋が小さくなるほど発芽力が弱くバラツキがある。これを補完するのが浴光育芽で、強光と低温下で長期間（約30日）かけて4～5mmの黒紫色の堅い芽を育てる。このメリットは茎数増加のみならず、出芽時の生育のバラツキを小とし、しかも株当たり葉面積が増加して多収へ導く。

pHは5.0～5.5に調整する。5.6以上だと少肥でも多肥の反応をするのみでなく、大敵であるソウカ病が発生しやすい。だからといって長崎県などのように5.0以下の強酸性にすれば養分吸収が不良になり、おのずから多肥栽培になり、収穫期に黄変の進んだ正しい生育を引き出せない。

株間に関しては聞きとり調査によると、大部分が30cmと答えている。しかし実態は平均値が35cm以上が大部分でありしかも一定ではない（吉田、1983）。その原因は機械（プランタ）にあり、30cmに合わせて植えても、広くなりがちでしかも一定にならない。これに関しては生産者の、株間のもつ意義への意識が問題になる（略）。

欠株は中心空洞の原因の一つだが調査するとその約8割は種芋がなく、機械のミスに基づく。残りの2割には種芋があるが発芽せず、その大半はカンブ病である。カンブ病は植付前に大部分がミイラ状に腐敗しており除去されるが、軽症でありストロン基部から侵入した程度であるものは使用してしまうが、発芽力が弱いことが浴光育芽中に分かるので、思いきりよく捨てるべきである。それが余りにも多いときは採種に向け報告とともに改善を要望すべきである。

このことはクロアザ病についてもいえる。種芋を見たときクロアザ病の菌核（黒いタール状の斑点）を発見できるが、それは消毒すればすむというものではない。ほ場内に土壌菌として検出され、それは連作や過作でひどくなるが、遠縁作物のコムギとかトウモロコシを前作とする輪作体系にし、完熟堆肥適量すき込みで有用菌を増やす努力が必要である。

5. 褐色心腐れについて

馬鈴薯を原料にした加工場に行くと、水洗して皮むき（ピーリング）して白くなった芋がベルトコンベア上を移動し、黒く目立つ部分が除去（トリミング）される。それが加工歩留まりに最も影響する。その黒い部分とは打傷などの機械受傷・深い目の部分・病害そして褐色心腐れである。これらのうち最もひどいのは褐色心腐れで、スプーン状のもので除去すればするほどひどく、遂に全粒を捨てる。もしこの発生率が1割以上に及ぶなら、この原料を納入したものの責任で出荷すべきでない。これは中心空洞においても同様で、収穫したときには、デンプン価の調査とともに、サンプルを縦断して内部品質を決定すべきである。

褐色心腐は高温年に発生するが、実は水分ストレスによるものである。Wolcottら(1956)は図5にみるとおり、広汎な調査と文献抄録の上、4型に分類しているが、そのすべてが道内に見出される。中でもa型が最も多い。これを顕微鏡でみると（図6）デンプン貯蔵細胞の集まりである部分に、枯死して褐変し収縮して中にデンプンを閉じこめており、その周辺は枯死した部分を治癒しようと、デンプンを消費して異常分裂をおこし、コルク細胞化している。

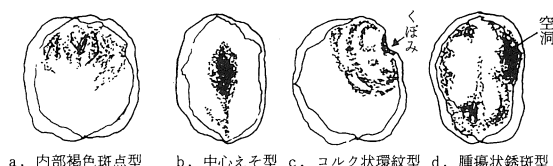


図5. 褐色心腐の4型 (Wolcott, 1956より)

1984年に道内で大発生したとき、文献抄録と調査を行った結果 (吉田, 1987)、一般に高温乾燥が原因といわれてきたが、直接的な原因は水分不足で、遠因として急速な肥大条件があり、肥大速度に対して水分供給が間に合わないため枯死し、その直後にキュアリング的行動をとるものと理解できる。

Iritaniら (1984) はそれまでの論点を整理しているので、その主要なものを紹介しよう。
1) 早植は晩植より発生が多い、それは急速肥大期に大粒芋があるためである。2) 貯蔵温度が5.6℃よりも8.9℃で発生がひどい。貯蔵中に進行するかどうかの論争は、収穫期の芋の成熟程度によるもので、晩くまで緑葉のある生育は、黄変する生育に比べて発生率が高い。3) 比重の高い芋は発生率が高い。それは代謝活性が高いためである。4) 開花盛期後のMH葉面散布は発生率を低下させる。5) 多収をねらう急速な肥大は気象条件に敏感になる。6) 温度と水分の変動に伴う芋のアンバランスな生長により発生する。

対策技術として、水持ちの良好な土作り、大きな培土、灌水などがあるが、それらを実施しても、多肥あるいは堆厩肥の多用で多発している例が多いし、最近分かったことは、中心空洞と同様に面積当たりの芋数の少ない条件 (広い株間・欠株・少ない株当茎数) で

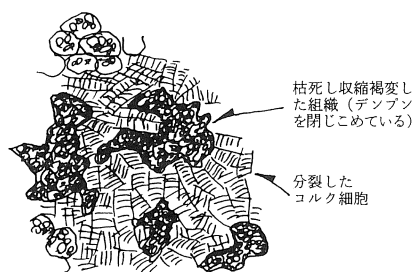


図6. 褐色心腐れの検鏡スケッチ

多発することで、株当茎数を4～5本にすることを勧める。

なお一部の成型培土機による培土で、ストロンが上向きにされ、その方向に肥大することにより、培土上面近くに芋の頂部があることが多く、それが30℃以上の高温に直接さらされて発生しているのが見出されるので注意したい。

むすび

要するに適正施肥として株当茎数4～5本にすればこれらの生理障害は回避できる。それを「被害は夏季高温のせい」としているうちは技術の進歩はない。

引用文献

1. Iritani他 (1984). Am. Potato J. 61. 335-343.
2. Nelson他 (1979). Am. Potato J. 56. 581-586.
3. Rich他 (1983). In "Potato diseases" New York.
4. 吉田 稔 (1983). 北大農場研報. 23. 29-39.
5. 吉田 稔 (1987). ポテトサイエンス. 7. 1-9.
6. 吉田 稔 (1988). 北海道の農業気象. 40. 22-31.
7. 吉田 稔 (1989). 加工ジャガイモの作り方. 農文協.