

トラクター・営農時代を迎えての 馬鈴薯栽培に関する農業機械の開発改良技術 ポテトプランター

第二次大戦後、ホイールトラクターが最初に輸入されたのは昭和26年（1951）である。そのころの我が国は外貨に不足していたので、自由に輸入できるわけではなく、外貨の割り当てを待たねばならなかった。昭和30年代（1955前後）に入って少しずつ輸入できるようになるが、昭和38年（1963）から農業構造事業が発足すると、大型農業機械には2分の1の助成金があった。ホイールトラクターの利用が加速する。

ホイールトラクターが導入されても、当初はプラウやハローによる耕起作業が主体であった。トラクターは高価であったが、作業機も高価であったので、農家には作業機まで輸入する余裕はなかった。また、土壌条件も栽植様式も欧米とは異なっており、農業に対する感性も微妙に違いがあることから、作業機のほとん

どはサンブルマシンを導入するにとどめ、国産化を進めようとする意向にあった。

プラウやハローから次第に施肥・播種機、中耕除草機、防除機、収穫機へと国産化が進展する。ポテトプランターは昭和35年（1960）ごろから国産化に着手する。比較的早かったのは馬鈴薯の播種が重作業であったからである。農家は薯播箱を背負い、両手で播種していたが、まずこの省力化のためにトラクターの後部に種イモを乗せる台を取り付けた（写真1・2）。その台の後に4人の作業者が付いて歩き、台の種イモを拾っては播種する方法を工夫した。種イモを背負うことがないので労働負担が軽減された。また、大量の種イモを積載できるので播種の能力も高まった。

ここから抜け出すために、欧米のプランターを模倣しようとしたが、

鋤物を使って堅固な作りであるのはよいとしても、使い勝手が不便な構造であり、どうしても納得できない。そこで北海道で普及している豆類播種機を参考にして独自のものを開発することになった。

豆類播種機も、じつは大正12年（1923）にドイツから招聘されてやってきた模範農家が持ち込んだ播種機を参考にして、日本風のものにまとめたものである。十勝のメーカーはそうしたことを経験しているもので、作りやすく、扱いやすく、種子を損傷させることなく正確に播種できるものを開発する。

傾斜円板型の豆類播種機は、種子を円板の穴にすくい取ってから余分な種子を排除するのに、傾斜を利用して自然に落下させている（図1・2）。スクレーパーを使えば、どうしても無理があり、種子を傷つけることが多い。それを嫌ったのである。



村井 信仁

1932年、福島県生まれ。55年、帯広畜産大学卒業。山田トンボ農機株式会社、北農機株式会社を経て、67年に北海道立中央農業試験場農業機械科長、71年に同十勝農業試験場農業機械科長、85年に同中央農業試験場農業機械部長を歴任する。89年には社団法人北海道農業機械工業会専務理事となる。農業の現場に即した機械の開発や研究、指導で農業経営者から厚い信頼を得た。退任後、67歳にして新規就農を果たし、農場主となる。著書に『耕うん機械と土作りの研究』など。農学博士。

写真1：種イモのトラクター搬送式播種



北海道の圃場の1区画は100×150間（182×273m）で約5haが標準である。畦の長さは最短で182mであり、1畦当たり約30kgの種イモの重量となる。4畦往復では240kgであり、これをトラクターが運んでくれて楽である。

写真2：人力播種



前もって溝切りをし、施肥している。種イモを所定の間隔で落とす。その後、カルチベーターで覆土して播種完了である。種イモを背負いながら播種していたときは、かなりの労働負担であった。背負う作業から解放されれば、余裕ができて播種間隔の乱れは少なくなる。

豆類の播種機を馬鈴薯用に大型にし、円板の穴に種子をすくう方法を検討したが、馬鈴薯は豆類と違って表皮が柔らかいので、落下位置まで種子を移動する際、下板に接触している部分に摩擦で傷がついてしまう。そこで、円板の縁にバケットを取り付けて種イモをすくう方式とした。バケットは種子の落下位置に来たところで、下の支え棒から外れて下がるようになっていく。傷はまったくつかず、正確に播種できる。巧みに輸入機の一部の技術を参考にしながら日本風の技術に整えて実用化している(写真3、6)。

ポテトプランターが開発されて省力的に精密播種ができるようになり、この技術はそれなりに評価された。次の課題は種イモの切断であった。10a当たり約5000個の種イモを必要とするので、手切りに4時間、1人半日の仕事である(写真7)。馬鈴薯の栽培面積が増えるところをなんとかしなければならなくなった。オランダでは若種イモの栽培法が確立し、小さい種イモを切断しないで使っているとの情報が入った。それだけを栽培する技術など存在するのであるか、その小イモは収量や品質には影響ないのであるか多分に疑問が残った。

オランダに行って現地を調べてみ

図1：シードプレート式(傾斜)

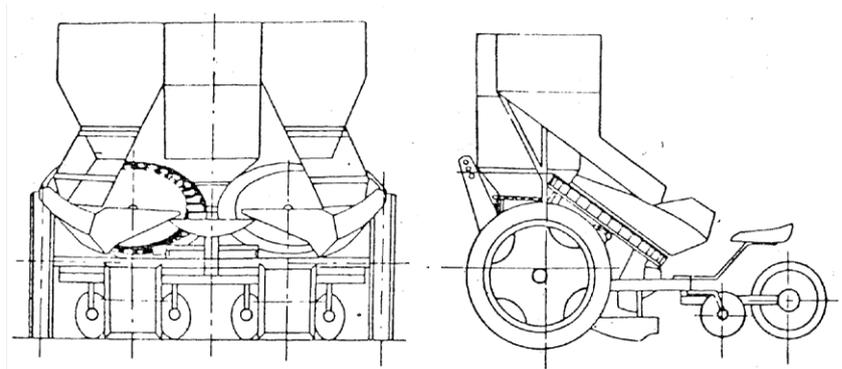


写真3：傾斜板型トラクター用ポテトプランター



前部に施肥装置が取り付けられている。12cmの幅で開溝し、そこに施肥する。その上5cmの厚さで土を戻したところに播種する。種イモの深さが5cmの深さになるよう土を寄せ、最後部鎮圧輪で軽く鎮圧して播種完了となる。

図2：カップチェーンコンベア(縦列)式AC-2型

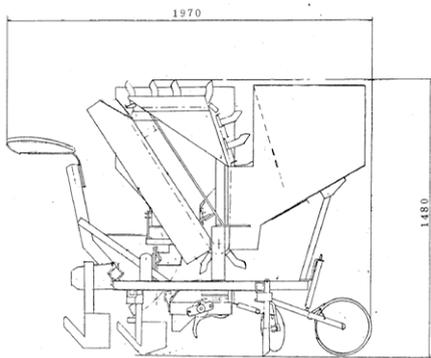
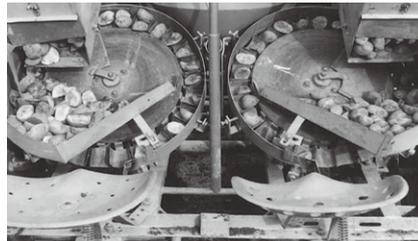


写真5：カップコンベア式ポテトプランター



傾斜円板型のポテトプランターは、我が国独自のものです。単純な構造であるところから価格も安い。しかし、補助作業者を必要とするので省力化するため、全自動型のカップコンベア式を検討した。種イモの切断装置を取り付けて、高効率播種が可能である。

写真4：傾斜円板型播種機構



上部の種子タンク底部のふたを軽く揺ると種イモが出てくる。回転する円板の縁のバケットに種イモが入る。1個入るように手で調整してやる。バケットは播種の位置に来ると、下の支え棒から外れて下り、種イモを所定の位置に落とす。

写真7：種イモの切断



種イモは1個の切片が50g前後の重量になるよう手切りする。10a当たりの種イモ数は約5,000個であり、手切りの場合、約4時間を要するので、この省力化が課題となっていた。

写真6：塊茎の粒数調整



カップコンベアはタンクの底部から1粒以上汲み上げて上部に到達する。ここでコンベアは横移動となり、カップは縦になる。余分な塊茎は落とされてタンクに戻る。世界的にポテトプランターはこの形式のものが多いが、確実にカップに1塊茎にする精度に配慮している。

ると、日本人は若種イモの栽培法を曲解していることが判明した。つまり、ウイルスフリーの種イモを栽培するについては、アブラムシがウイルスをまん延させるので、この完全防除が不可欠である。しかし、完全防除は困難であるので、アブラムシが飛翔してくる時期になんらかの方法で茎葉を除去してしまえというのである。茎葉を早い時期に処理してしまえば、若種イモにならざるを得ない。

旅行者の瞥見というべきか、ここを日本人は曲解していた。オランダ人によく聞いただと、小イモだけを生産する技術などあり得ないというのである。茎葉を処理することによって、小イモは多少増える程度であると明言した。それではオランダでは小イモだけを使っていたという報告があるけれどもそれはどうしたことかと聞くと、オランダは人手が少ないので、小イモだけを選別して使う例が多いだけのことである。大きい種イモは人手のあるイタリアなどに輸出しているということであった。

小イモの全粒種子を使えば、切断は省力化できるが、数量に限度があるとすれば、やはり切断法の省力化に取り組まざるを得ない。そこでまずいろいろな切断機が開発された（写真8・9）。日本人は

農耕民族でありながら工業技術にも優れている。高水準の切断機が開発されて、小型とはいえ、欧米のものより内容に見るべきものがあると思えた。

真8・9)。日本人は農耕民族でありながら工業技術にも優れている。高水準の切断機が開発されて、小型とはいえ、欧米のものより内容に見るべきものがあると思えた。

ポテトプランターメーカーが切断機をプランターに取り付けて、切断と同時に播種できそうだといつてきた（写真10、図3）。昭和46年（1971）の夏であった。

さっそくテストしてみると、面白いメカニズムでよくぞこれを考え出したものと驚かされた。しかし、実用化には大きな難関があった。それは馬鈴薯の切断抵抗である。落下してきた馬鈴薯を二股の回転フォークで受けて、種イモをナイフのそばに運び、回転力で2つに切断するが、これに大きな力を必要とするのである。駆動するチェーンが切れてし

図3：ポテトカッター SN-106型

No.	品名
1	フレーム
2	ポテト ホッパー
3	ホッパー スタンド
4	平ベルト プーリー
5	平ベルト
6	ピロー形ユニット
7	テークアップ ユニット
8	ヒシフランジ ユニット
9	モーター
10	モーター スイッチ
11	カッター
12	薬剤タンク
13	ジヨウゴ
14	スポンジ
15	ポテト スプリッター
16	カバー
17	#
18	#
19	#

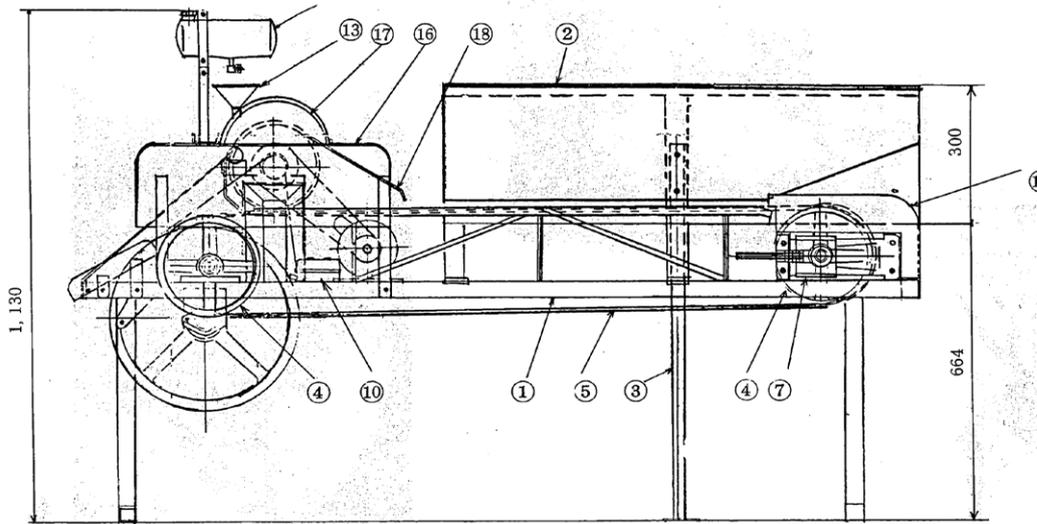


写真10：カッティングプランターの切断装置



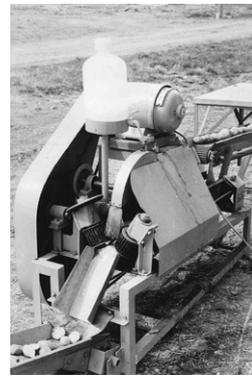
開発当初の切断装置。馬鈴薯の左側が固定ナイフで、右側が回転フォーク（アーム）である。この時点では切断抵抗が大きく、実用化が危ぶまれた。ナイフの取り付け法を変え、回転フォークを若干長くし、種イモを囲むように湾曲にした。種イモが回されながらナイフに当たっていくので、切断抵抗を少なくできた。

写真9：種イモの切断状況



V字型のベルト搬送であるため、左右ほぼ均等の大ききで切断できる。円板刃の上から消毒液を点滴しているので、ナイフの消毒は的確に行なわれて、病害がまん延するようなことはない。

写真8：種イモ切断機



一对のベルトコンベアをV字型に配列して種イモを切断部に搬送する。搬送ベルトがV字型になっているので、種イモは縦に並び、ベルトの中央に位置する。切断は円板ナイフを回転させて行なうので抵抗が少なく切断できる。

表1：馬鈴薯切断播種機仕様 (カッティングプランター)

供試機仕様諸元			
型式	P.K2	バケットの大きさ	60×62×30mm
全長	1,700mm	バケットの数	26
全高	1,400mm	オープナの形状	200×125×125
全巾	1,850mm	培土刃形状	デスク 270mmφ
全重量	316kg	鎮圧輪の形状	300mmφ 巾330mm
牽引方式	3点リンク直装	駆動輪サイズ	400-16
播種方式	シードプレート型(傾斜)	駆動取出し	右車輪
播種畦数	2	肥料送だし装置	底板回転式
補助作業員数	1	播種間隔調節	22~45cm
種子ホツバ容積	0.75m ³ ×2	畦間調節	66~75cm間自由
肥料ホツバ	0.85m ³	いも切り装置	回転フォーク式
シードプレート径	600mmφ	落下位置調整	側圧板
傾斜度	20°~60°		

図4：馬鈴薯切断播種機PK2型

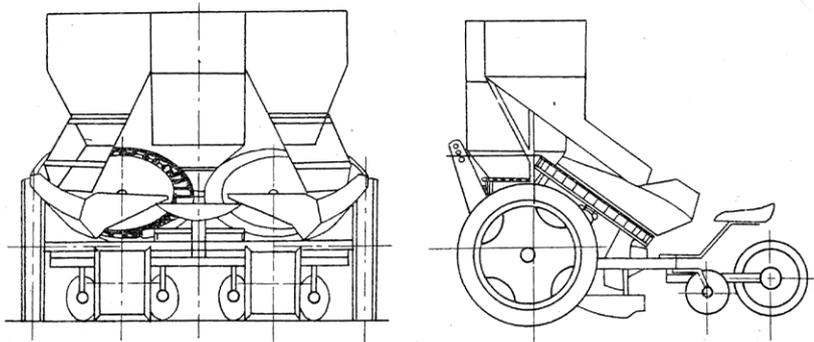


図5：固定切断刃型切断機構

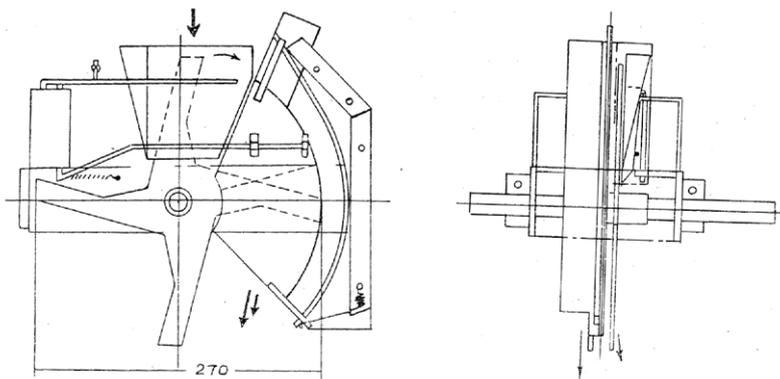
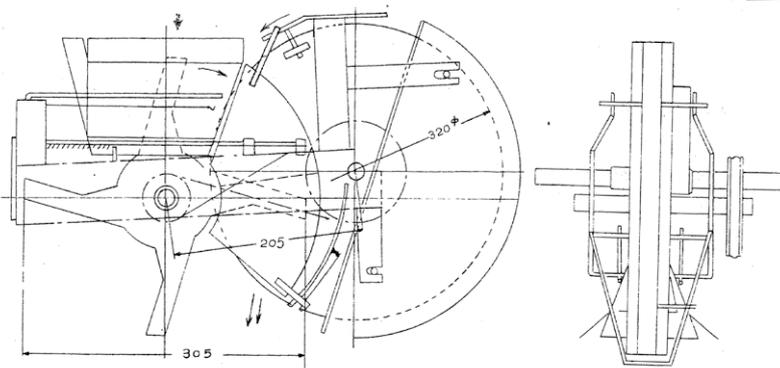


図6：回転切断刃(消毒装置)型切断機構



まうような抵抗である。手切りをしても、切断機を動かしても比較的容易に切断できるのにどうしてか考え込まれた。そこで種イモの上に包丁を当て、その上を下する水タンクを作り、少しずつ水を注いで、何kgで種イモが切断できるか計測することにした。すると、なんと10kg以上の重量を必要とするのである。

手で切断するときにはそんなに大きな抵抗はないのであるから、なんとかできるはずだと考えてはいたが、どうすればよいかなかなか思いつかない。そんなときに剣道の達人がやってきた。達人曰く、日本刀で試し斬りをするとき、慣れている人はそれほど力を入れなくても斬れる。素人は力いっぱい斬り込んでも切れず、名刀でも曲げたりする。これは

簡単な理屈だ。刀を斜めに当て、接触する瞬間に引きを入れるのだという。剃刀を手の上に置いただけでは血は出ない。当たった剃刀に引きの動きを与えれば血は吹き出すのと同じなのだと看破した。ナイフに縦の振動を与えておけば、最も抵抗が少なく、種イモは切断できる。ただし、この場合、構造が複雑になる。農機具の場合、シン

ブル・イズ・ベストだとすればもつと別のことを考えるべきとされた。回転フォークの形状に工夫すれば多少なりとも種イモを動かすことができる。ナイフの取り付け法を変え、種イモを直角にナイフに当てるのではなく、回転フォークで斜めにナイフに接触するようにすればどうかなど実験してみると、抵抗が少なくなつてかなり円滑に切断できるよう

なり、この件落着である。

カッティングプラントアの仕様を表1と図4に示した。切断機の機構図は図5・6である。種イモは回転フォークで切断され、そのまま地面に落下するが、二分された種イモ2つが同じ場所に落下してはならない。どのようにして、所定の播種間隔にするかといえば、切断された種イモはスプリング付きの側板で横から軽く押さえられている。この側板の長さが左右で異なるので、短いほうが先に落下し、遅れて次が落下する仕組みである。

作業速度を毎秒2m以上にするると播種間隔は乱れる。切断機を使用しなかったときの播種精度と比較するとほぼ同等であり、とくに問題を認めない。次に切断内容はどうかである。馬鈴薯は品種によって形状が異なるが、上下があつて頂部、基部と区別する。一般に頂部のほうが芽数は多い。基部の芽数は少ないので、横切り（胴切り）にすると芽数が異なるので避けなければならない。厚さ切り、縦切りであれば左右芽数がそろっているので、問題なしである（写真11）。

切断機はポテトプランターの下部、植え付け部に取り付けられている。種イモは上から切断機のポケットに落とされてくる。この場合、ポ

ケットの両側に側板があつて種イモを縦に誘導する仕組みになっていて、横にはならないので、切断は縦切り、もしくは厚さ切りである。作業速度が速くなると横切り（胴切り）が若干発生するので、毎秒2mの高速作業は好ましくない。厚さ切りがほとんどであるが、この厚さ切りのなかに斜め切りが発生する。この斜め切りは芽数に関係しないので、問題にしないともよいものである。切断の重量比であるが、完全に均等にはならないが、多くは45・55程度であり、手切りなどに比較すると差はないとみてよいであろう。

包丁で種イモを切断する際、包丁を薬剤で消毒しながら切断するのが理想といわれた時代があり、それが切断機で可能かどうかを検討すべきとされた。我が国の場合、採種技術が発達し、すでに消毒は必要ないとされていたが、必要があれば使える体制を整えておくのも便法であり、ナイフをディスクコルター方式も開発した。

ディスクコルターは普通の切断機で使っていたのでとくに難しい技術ではなかった。ディスクコルターの上に消毒剤を置き、コルターの両側にスポンジを当てて置き、ここに消毒剤を点滴すればよいだけのことである。一度種イモを切断した部位で

次の種イモを切断するのに3秒以上時間が開けばよいとのことであったので、これもクリアできた。消毒効果の確認試験でも合格であった。回転するディスクコルターで種イモを切断することは、切断抵抗も少ないので、固定ナイフより経費は多くないものの、切断法としては有利である。切断結果はすでに示したとおり、固定ナイフ方式とほぼ同等の成績であり、とくに問題は認められなかった。

切断装置付きポテトプランターは単純計算では、ha当たり40時間の手切りの時間がなくなるので、それだけ省力化できるはずであるが、総体的な播種作業の時間比較では普通型ポテトプランターに比べ約2分の1になっているに過ぎない。ともあれ、種イモ切り作業は婦人の労働であったので、これをショートカットできた意義は大きい。また、在来方式では種イモを切断してから即播種しようとしても、降雨が続いて播種作業のできない日が続くと、切断しているだけに種イモが変敗してしまうなどの恐れがあった。丸イモで保存しておく限りは、変敗の恐れはなく、安心である。

カッティングプランターの開発は我が国独自のものであり、世界に誇る技術といっても差し支えない。現

写真 11：塊茎切断の状況



縦切り、厚さ切りがほとんどであり、作業速度を速くすると、斜め切りが少し多くなる程度である。等分に二分されているかどうかであるが、塊茎の形状がいびつである、重量に差が出てくる。これは形状によるもので、あまり数はそう多くはない。

写真 12：回転ローラー式馬鈴薯選別機



現在のメカトロ技術を使えば、選別精度は高くできる。しかし、経費面を考慮すると、大量処理でなければ、物理処理が妥当である。選別機はいろんな形態のものが開発されているが、扱いやすく、選別精度の高いのは回転ローラー方式である。搬送過程でローラーの間隙を変えて選別する。

写真 13：選別機構



右手からバケットコンベアで原料を供給する。塊茎は回転するローラーコンベアで搬送されるが、第一の工程は土砂抜きである。次のローラーコンベアに移されると、ローラーの間隙が広がるので、そこから順次大きさに選別され、排出口に落下する。ローラー自体の回転にはトルクリミッターが付いており、塊茎が挟まって傷つくことはない。

在でもカッティングプラントーを使っているのは我が国だけである。なお、増収高品質化の基本はいかに株ぞろいを良くするかにあるといわれている。カッティングプラントーを利用するにあたり、選別機を併用してはどうかと提案された。たとえば、3通りに大きさに選別するとすれば、粒大別に株間隔を調整すればよい。大きい種イモは株間隔を広くし、小さいものはそれに応じて狭くする。大きくとも小さくとも株間隔が同じでは、生育にばらつきが出るばかりでなく、種イモ量も多くなってしまう懸念もないわけではない。回転ローラー型の選別機は塊茎を傷つけることもなく、選別精度も優れている（写真12・13）。

カッティングプラントーで播種すると、切り口がほとんど上になる。これは出芽を遅らせると問題視されたことがある。そこで切り口上の区、切り口下の区で比較栽培試験を行なうと、なんと切り口上の区の出芽が若干早かった。観念的には切り口下のほうが出芽が早いと考えるであろうが、春は干ばつつきみで圃場は乾燥していることが多いものである。切り口が上で芽が下であったほうが、芽は水分が多い場所にあり、出芽は早い。下から芽が伸びるのに時間がかかるかと考えるであろうが、馬鈴薯のように生育の旺盛な作物は、芽は下にあっても芽の伸びは早いものである。馬鈴薯は強壯な作物であって、播種時の施肥位置などあまり気にする作物ではないと考えられているが、必ずしもそうとはいえない。欧米の場合、全施肥量の2分の1〜3分の2を全層施肥し、残りは播種時にスターターとして種イモ近辺に施肥する例が多いといわれる。肥料は根の伸びる先々にあるのが正しいと考える方々の方である。

北海道では馬鈴薯でも、豆類でも12cmの幅に開溝した場所に施肥し、その上に5cmほど土を戻して播種するのがよいとされている。種イモと肥料が5cm離れていれば、肥料焼けは起きず、作物は素直に生育する。根は下方に伸びるので、種イモの下の12cmの幅に広げられているのは理想的であるとしている。

馬鈴薯は最初の根は下方に伸びて水分や肥料の養分を吸収するが、ある程度生育が進行すると、横に根を伸ばす性質がある。根が伸びる先々に肥料があるのがよいとするならば、種イモの下に全量施肥するよりは、側方に分割施肥するのが正しいと考える人が出てきた。

ポテトプラントーで側方施肥する実験を依頼された。溝を切って播種し、手で両側に肥料を筋状にまいたら15%程増収したというので、ポテトプラントーを改良して、そのとおりの実験をしてみた。ところが、種イモの下にはまったく施肥しなかつたので、初期生育が劣つた。手作業で側方施肥をした場合は、土が崩れるなどとして、施肥の一部に種イモの下に紛れ込んだものと考えられた。

そこで2年目から肥料を3分割して3分の1を種イモの下に落とし、3分の2を種イモのやや上から両側に肥料をまくようにした。馬鈴薯の収量調査は豆類などと違って場所によって成績が振れるものである。坪掘面積を多くしないと安定した成績にならないので、一般作物の倍の坪掘で調査した結果が表2である。

表2：昭和59年度 施肥法別、培土法別収量調査結果

場所	処理区分	塊茎分布(%)重量				粒数 (ライマン価)		10a当り収量		澱粉 (%)	10a当り澱粉収量					
		~60g	61~120g	121~180g	181	240g	240~g	(kg/10a)	比		(kg/10a)	比				
智恵文 北野 農場	慣行播種・培土	4.7	21.1 ()	15.9	22.1 (16.9)	31.7	29.3 (17.4)	26.6	17.5 (17.6)	21.1	10.0 (17.8)	5,055.6	[100.0]	16.4	827.6	[100.0]
	" NCK-5 普通カマボコ	3.3	17.7 ()	17.8	27.8 (17.8)	32.1	28.4 (18.0)	28.4	17.7 (17.8)	18.4	8.3 (18.2)	5,746.5	113.7	17.1	984.3	118.9
	" NLD 505 ロータリカマボコ	3.0	13.0 ()	11.3	19.8 (18.2)	25.1	28.7 (18.7)	28.9	22.2 (17.4)	31.7	16.4 (17.6)	5,744.4	113.6	16.7	969.7	117.2
	下方施肥 慣培	4.2	20.5 ()	11.5	19.8 (16.3)	22.8	23.6 (18.2)	21.8	16.4 (19.3)	39.6	19.8 (17.8)	5,145.1	101.8	16.7	861.3	104.1
農林 1号	側方施肥 "	4.3	20.6 ()	11.1	17.7 (18.2)	29.6	29.6 (18.2)	32.6	21.7 (18.2)	22.4	40.5 (18.2)	5,470.1	108.2	17.2	942.4	113.9
	下方施肥 NLD 505 ロータリカマボコ	3.9	20.0 ()	11.8	20.0 (17.2)	22.4	23.3 (18.2)	28.2	20.3 (18.2)	33.8	16.3 (17.4)	5,488.9	108.6	16.8	920.5	111.2
	側方施肥 "	4.0	20.7 ()	14.1	20.7 (17.6)	26.8	25.5 (17.6)	27.6	18.9 (17.8)	27.6	14.4 (17.8)	5,914.6	117.0	16.7	987.9	119.4

注：普通カマボコ、ロータリカマボコとあるのは整畦培土機によるもの