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
整畦培土機



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。

昭和49年（１９７４）、北海道清里町から普及員が訪ねてきて、新しい培土機を作ってほしいと依頼された。一発培土（早期培土）の現地試験を2カ年したら、明らかに増収が認められたが、問題は雑草が多く、その処理に窮したことである。ただし、培土した表面を板で擦って固めるとかさぶた状になり、除草剤がよく効いて、ムラサキツユクサも生えてこない。擦り板を装備した培土機が作れないかというものであった。

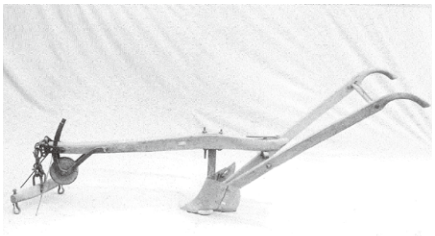
一発培土（早期培土）が増収するとは栽培担当者からよく聞かされていたが、その理由が明確に示されなかったのであまり興味はなかった。しかし、15％ほど増収するというのである。問題は雑草処理であり、擦り板で解決するとされれば取り組んでみようと考えた。それではと、培土の形状に合わせて短冊状の板を並べ、これをそれぞれ上からスプリングで押さえる培土機を作り、現地試験に臨んだ。初めてのことであり、必ずしも満足できるものではなかったが、現地から大成功とほめられた。

これがきっかけで本格的に整畦培土機の開発に取り組むことになった。馬鈴薯は品種によって塊茎の分布が異なるので、どの品種にも適合できる培土の形状を探り出そうとした。写真3のようにパンタグラフを工夫して4分の1の縮尺で記録した。男爵薯は種イモを中心としたこじんまりとした分布である。紅丸は若干広い分布であり、メークインははみ出すように分布することがわかった。

メークインのような品種でも、塊茎が地表に露出しないような培土の形状にするとすれば、相当大きな断面にしなければならない。トラクターが導入された当初は30馬力であった。それが昭和40年代後半（１９７０年以降）に入ると60～80馬力になろうとしている。けん引動力には不自由しないので、理想的な形態にしようとした。

図1が最初に形を整えた整畦培土機である（写真4・5）。培土プラウを大きくし、ボトムプラウのように下から土を上に滑らせ、反転してすき込むように盛り上げるようにした。後方の整畦板は擦りを兼ねるのである。

写真１：畜力培土機



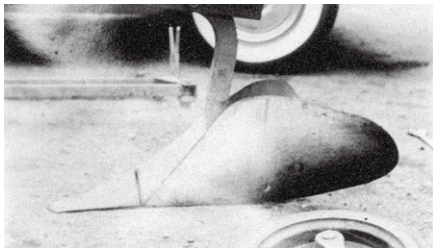
３畦カルチベーターで畦間を耕しながら株間に土を寄せて小培土を行ない、仕上げの本培土は大型の培土機を使った。ボトムプラウに似た形状をしており、土壌を反転させながら土を寄せ、大きな形状に仕上げた。

写真３：パンタグラフによる塊茎分布調査



４分の１の縮尺で塊茎の位置が記録できる。パンタグラフを載せる台を作り、畦に沿ってパンタグラフを移動させれば、断面の塊茎の分布がきれいに記録できる。種イモが残っているのでこれは黒く塗る。種イモを中心にして塊茎がどのように分布しているかよくわかる。

写真２：トラクター用リッジャー



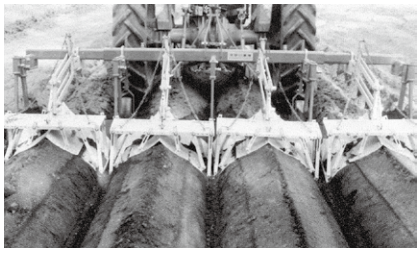
第２次大戦後に輸入されたものであるが、大きな畦立てとはならないので満足できなかった。1畦カルチベーターで発達した培土機をベースにしてトラクター用リッジャーを開発し、さらにそれを改良して整畦培土機に形を整えることとした。

写真６：整畦培土作業



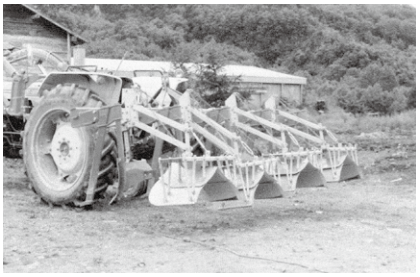
加工用、あるいは生食用馬鈴薯は早めに収穫して出荷することが要求される。その場合、一発培土（早期培土）は何日か出芽が遅れるので、ある程度茎葉を大きくしてから整畦培土をするのがよい。

写真５：整畦培土作業



畦の中央部に三角の整畦を取り付けているのは、一発培土（早期培土）をするためのもので、種イモが萌芽し、茎葉が若干地表に出てきたときに大きく整畦培土をしてしまう。茎葉は何日か土に埋もれた状態になっているが、とくに問題はない。

写真４：分離型整畦培土機



培土プラウと整畦部とが分離している形式のものである。整畦部を分離しているのは、品種や地域によって培土の形状を調整したいとする要望に応えるためであった。

図１：高低自在式畦培土機（分畦型）

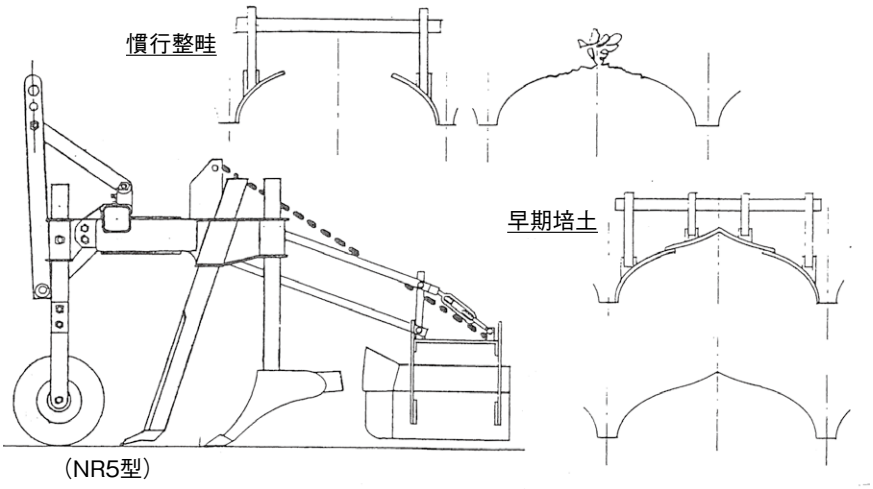
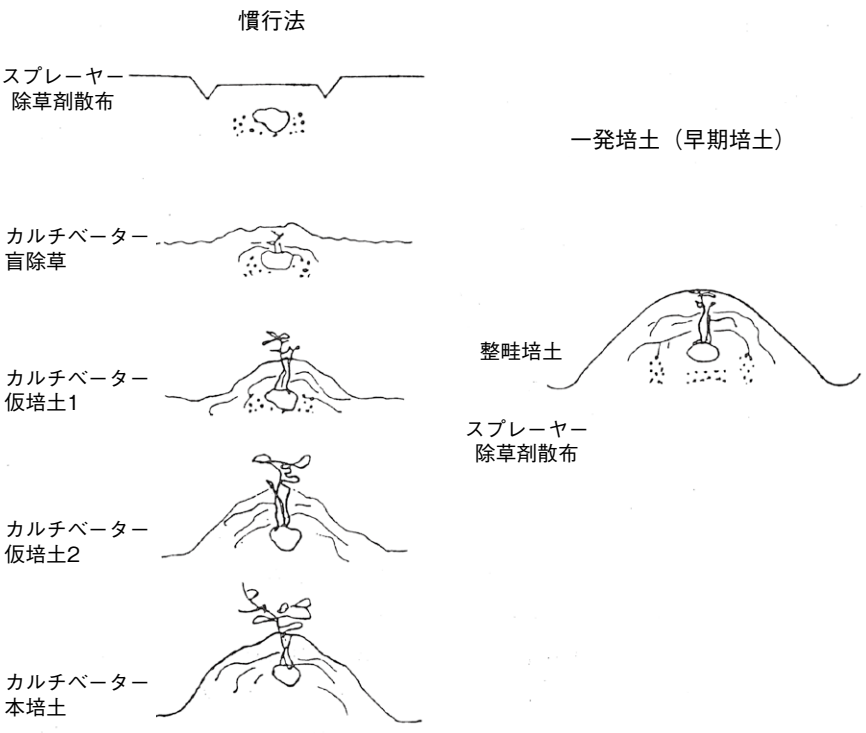


図２：施肥・播種・除草・培土体系比較



で、除草剤の効果を高めるのはもちろんである。

一発培土（早期培土）というのは、種イモが萌芽し、茎葉が伸び始めたところで、一度で本培土をしてしまうものを指していた。現在は、播種直後から萌芽前までに作業を終えるのが標準的である。出芽してきた茎葉が土に埋め込まれてしまえば、それだけ正常な出芽が遅れてしまうことになる。しかし、根がまったく傷められないので旺盛な生育を示し、その遅れは取り返すという理屈である。

先ほどの図１には「早期培土」の整畦板が２種類あった。下図のほうは、でん粉原料用は収穫期が遅いので、出芽が少しくらい遅くなっても、生育日数でカバーできるから、どっぷり土を盛っても差し支えないとして全面を覆うものとしたものである。その一方で、加工用の栽培が増えてきて、早く収穫する必要もあるとした。この場合は若干培土時期をずらし、茎葉を伸ばしてそれを傷めないとする配慮から中央部をカットしている（上図、写真６）。

図２は慣行法と一発培土（早期培土）との比較である。一般的に北海道は寒冷地ということで、深い位置

に播種すると地温が低いので出芽が遅れる。そのため、浅い位置に播いて、茎葉を大事にしながら除草、仮培土、本培土と続けるのが馬鈴薯に優しい栽培法として常識となっていた。識者が早期培土法が優れていると説明しても、理屈をきちんと説明しなかったので、ほとんどの人は信用しなかった。

理屈は簡単に説明できる。**6月中旬の馬鈴薯の根の伸び方を見てみよう（写真7）。根は下方にも伸びて**いるが、この時分には種イモの上から横に大きく張り出している（写真8）。除草や仮培土でこの根を傷めれば、馬鈴薯の生育は停滞してしまう。馬鈴薯は、根を切断されたり、揺さぶられたりするのを極端に嫌う作物であることを知るべきである。馬鈴薯は**強壮な生育を示す作物であるので、施肥位置など神経質にならなくともよいとか、少しくらいの根の切断は生育に関係がないとするのは大きな間違いである。写真9の培土時期では遅すぎる。**

地球が温暖化しているのは北海道の人たちがよく感じている。昭和30年代（1960年前後）には帯広がマイナス30℃以下になる日は年に4、5回あった。札幌がマイナス20℃以下になることも**珍しくはなかった。**それが昭和60年（1985）を過ぎるとそんな寒さはまったくなくなってしまっている。そんなことも関係しているのであろうか、平成10年（1998）ごろから**春先の低温**を気にせず、**早期培土が当たり前の**技術になった。馬鈴薯栽培が省力化され、収益が多くなっているのであるからいうことはない。

表1は慣行培土と整畦培土の栽培成績を示したものである。それなりの成果といえよう。整畦培土機が発売されてから、ブームになって普及したが、これは慣行法に比べ畦の断面積が20％以上増えて、この根圏域の拡大が増収をもたらしたことによるといえる。整畦するので仕上がりがきれいであり、潔癖な日本人の感性を満足させているとする見方もあるが、それだけのことではブームは呼ばない。畦が大きくなることで、地表に露出して緑化イモになってしまうことが少なくなったとか、塊茎の肥大が比較的素直であるとか、排水性が良好になって収穫時の土壌の付着が少ないなども整畦培土に好感を寄せる要因になったと思える。

参考までに当時検討していた栽植様式について述べてみる。豆類、甜菜が2尺2寸（66㎝）**の条間である**ので、これに統一できないかとされた。条間を変えても播種イモ数が同じであると収量には差がないが、塊茎の肥大や品質に差が見られ、少なくとも2尺2寸には統一できないとされた。条間は広げればよいというものでもなく、妥当なところを探し出さなければならない。北海道の気

写真8：6月中旬の根を掘り出してみた状態



静かに水で洗っているが、細い根はもっと多く、じつは水に流されてしまっている。間もなくストロンが伸び、塊茎が肥大し始めるときであるので、この時期に培土作業で根を動かすことは禁物である。

写真7：6月中旬の根張りの状態

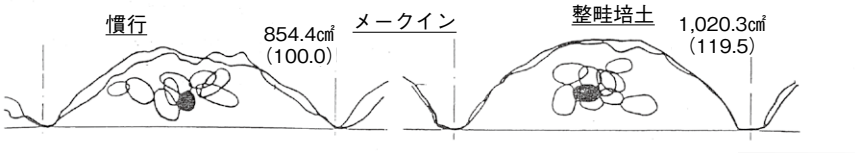


種イモの上の根はこの時期かなり横に張り出している。除草、仮培土作業時には当然この根は切断されてしまう。茎葉がしおれたりしないので、あまり影響はないと見られるが、そんなことはなく、かなり響いている。

表1：固定切断刃型切断機構整畦培土収量調査結果例 ―アタッチメント整畦装置―

品種	区分	塊茎重量分布 g (%) ～30	31～60	61～120	121～180	181～240	241～	計	10a当り収量 (kg/10a) 全重(比)	60g以上(比)
トヨシロ	慣行	250 (1.0)	2,800 (12.8)	10,740 (49.2)	4,840 (22.2)	2,315 (10.6)	897 (4.1)	21,842 (100.0)	3,033.6 〔100.0〕	2,610.0 〔100.0〕
	N整畦	185 (0.7)	2,340 (9.0)	11,040 (42.8)	8,590 (33.3)	2,060 (8.0)	1,590 (6.2)	25,805 (100.0)	3,584.0 〔118.1〕	3,233.3 〔123.9〕
ハツフブキ	慣行	1,115 (6.3)	4,677 (26.4)	6,795 (38.3)	4,590 (25.9)	545 (3.1)	0 (0.0)	17,722 (100.0)	2,461.4 〔100.0〕	1,656.9 〔100.0〕
	N整畦	900 (4.5)	3,675 (18.3)	9,255 (46.0)	4,480 (22.3)	1,810 (9.0)	0 (0.0)	20,120 (100.0)	2,794.4 〔113.5〕	2,159.0 〔130.3〕
メークイン	慣行	1,770 (8.6)	6,055 (29.7)	8,590 (42.1)	3,380 (16.6)	600 (2.9)	0 (0.0)	20,395 (100.0)	2,832.6 〔100.0〕	1,745.8 〔100.0〕
	N整畦	810 (4.0)	2,730 (13.4)	9,555 (46.9)	6,270 (30.8)	990 (4.9)	0 (0.0)	20,355 (100.0)	2,827.1 〔99.8〕	2,335.4 〔133.8〕

注：1．場　所　　幕別町中里（湿性型火山性土）
　　2．収穫日　　昭和58年8月28日
　　3．収穫面積　長さ5m2畦×2平均



象条件、土壌条件から勘案すると、収量、品質面からも2尺5寸（75㎝）がよいとされた。これはトラクターの大きさからも納得できるものであった。管理作業や収穫作業で、タイヤの踏圧面に無理があるとする意見もあったが、許容できる範囲とされて今日に至っている。

写真９：ロータリー整畦培土作業



粘質土壌地帯ではロータリー培土機を使うと畦間の土壌が十分に砕土されてきれいな仕上がりとなる。しかし、ロータリー培土機の爪は側方に伸び、根を切断してしまうことになるので、これほど生育した状態での作業は好ましくない。茎葉がもっと小さい時期に作業すべきである。

写真 10：一体型整畦培土機



整畦板を分離型にしていろんな形状に使い分けるのも便法であるが、馬鈴薯栽培について豊富な経験、あるいは知識がないと使い切れない。不特定多数の人が利用しようとすれば、標準化して一体化したものを利用するのが無難である。

前述のとおり、清里町の普及所からの要請で整畦培土機の開発に取り組んだが、このとき2社の協力を得た。**一社は、培土プラウと整畦部を**分離した構造で、培土の形状を調節できるものであった。もう**一社は、**不特定多数の農家の利用を考慮し、一体型として標準化したものを打ち出した（写真10）。

当時、北海道澱粉工業協会の**依頼**で施肥位置の**現地試験を行なっていた**が、それに合わせる協力を得て、全道5カ所で試験区を設けることができた。幅広い農家の助言があり、割合と早く一つの型にまとめられたのは幸いであった。後者は、カルチベーターの生産を主力にするメーカーであったので、技術の蓄積もあり、これも**見事な形に仕上げた。整畦培**土機は我が国独自のものであり、世界に類を見ない。これも世界に誇ってよい技術と評価できる。

トラクターの普及とともに培土プラウも種々改良を加え、以前よりかなり高度なものとなっていた。ボトムプラウに似た曲面にしているので、けん引抵抗も少なく、反転しながらすき込むようにして培土することから、雑草の抑制にも効果的と評判であった。**当時、専門家は培土量、**培土の形状に満足できず、**「三角培土」とか「富士山培土」と呼んで、**改善を要望し始めていた時期である（写真11・12）。二社が開発にかかわっていたこともあり、一気にその不満を解消してしまった。時代は常に進歩を求めるもので、その期待に応えることができてよかったと考えている（図3、表2）。

割合と短い年数の間に新技術として認められ、全道各地に普及したが、新しい整畦培土法については、現地試験を通じて、経験を重ねながら納得できるものに形を整えたものである。正しい培土法のあり方も理詰め

図３：収穫時の断面プロフィール例

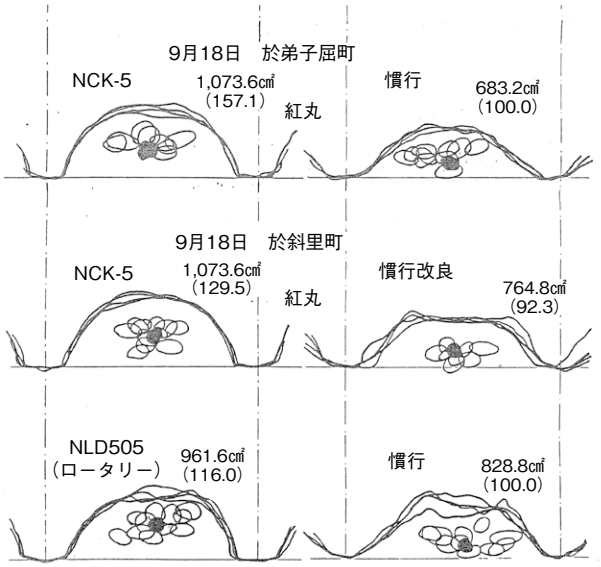


表２：培土法別収量調査結果

区分	項目		塊茎分布（g・%）								10a当り	
			～30	31～60	61～120	121～180	181～240	241～	除外	計	総収量 kg／10a	歩留り収量 kg／10a
栄富町	9月3日	トヨシロ	慣行	443 (1.5)	3,720 (12.5)	14,550 (48.7)	6,828 (22.9)	2,130 (7.1)	614 (2.1)	1,576 (5.3)	29,861 (100.0)	4,147.4 〔100.0〕	3,350.2 〔100.0〕
			整畦	438 (1.4)	5,100 (16.1)	17,830 (56.3)	7,088 (22.4)	790 (2.5)	328 (1.0)	113 (0.4)	31,687 (100.0)	4,401.0 〔106.1〕	3,616.1 〔107.9〕
	9月5日	エニワ	慣行	1,533 (6.0)	4,893 (19.0)	14,468 (56.3)	3,960 (15.4)	190 (0.7)	0 (0)	643 (2.6)	25,687 (100.0)	3,567.6 〔100.0〕	2,585.8 〔100.0〕
			整畦	1,125 (4.4)	4,690 (18.2)	12,020 (46.7)	6,240 (24.3)	880 (3.4)	0 (0)	770 (3.0)	25,725 (100.0)	3,572.9 〔100.2〕	2,658.3 〔102.8〕
	9月6日	ユキジロ	慣行	923 (5.1)	2,768 (15.2)	8,645 (47.4)	3,130 (17.2)	460 (2.5)	300 (1.5)	2,018 (11.1)	18,244 (100.0)	2,533.9 〔100.0〕	1,741.0 〔100.0〕
			整畦	1,285 (6.1)	4,095 (19.4)	8,510 (40.2)	4,293 (20.3)	2,190 (10.4)	290 (1.3)	485 (2.3)	21,148 (100.0)	2,937.2 〔115.9〕	2,122.6 〔121.9〕
川湯	9月17日	紅丸	慣行	618 (2.4)	1,665 (6.4)	6,305 (24.3)	9,555 (36.9)	5,053 (19.5)	2,600 (10.0)	115 (0.4)	25,911 (100.0)	3,598.8 〔100.0〕	3,265.7 〔100.0〕
			整畦	438 (1.6)	1,700 (6.3)	7,077 (26.2)	8,565 (31.6)	5,293 (19.6)	3,910 (14.4)	68 (0.3)	27,051 (100.0)	3,757.1 〔104.4〕	3,450.7 〔105.7〕
斜里町	9月16日	紅丸	慣行	2,830 (7.2)	3,750 (9.5)	9,160 (23.2)	10,280 (26.0)	6,180 (15.7)	3,690 (9.3)	3,590 (9.1)	39,480 (100.0)	5,483.3 〔100.0〕	4,070.8 〔100.0〕
			整畦	925 (2.1)	3,496 (8.9)	9,295 (23.5)	11,403 (25.9)	11,500 (26.1)	5,998 (13.6)	1,305 (3.0)	43,992 (100.0)	6,110.0 〔111.4〕	5,305.0 〔130.3〕
			ロータリー整畦	1,070 (2.7)	3,589 (9.2)	10,319 (26.4)	10,725 (27.4)	8,045 (20.6)	4,285 (10.9)	1,107 (2.8)	39,140 (100.0)	5,436.1 〔99.1〕	4,635.3 〔113.9〕
美深	9月11日	農林1号	慣行	1,235 (4.2)	1,765 (6.0)	8,699 (29.5)	10,378 (35.2)	5,315 (18.0)	1,218 (4.2)	865 (2.9)	29,475 (100.0)	4,093.8 〔100.0〕	3,556.9 〔100.0〕
			整畦	1,480 (4.5)	2,203 (6.6)	9,170 (27.6)	11,610 (35.0)	5,977 (18.0)	1,880 (5.7)	875 (2.6)	33,475 (100.0)	4,649.3 〔113.6〕	3,977.4 〔111.8〕
智恵文	9月12日	農林1号	慣行	1,773 (6.4)	2,861 (10.4)	7,757 (28.2)	10,015 (36.4)	3,292 (12.0)	1,243 (4.5)	603 (2.2)	27,544 (100.0)	3,825.6 〔100.0〕	3,098.2 〔100.0〕
			整畦	1,265 (4.4)	2,430 (8.5)	8,553 (30.0)	11,549 (40.5)	4,070 (14.3)	249 (0.9)	401 (1.4)	28,517 (100.0)	3,960.7 〔103.5〕	3,391.8 〔109.5〕
			ロータリー整畦	943 (3.2)	2,208 (7.5)	10,533 (35.9)	11,340 (38.6)	3,325 (11.3)	943 (3.2)	70 (0.2)	29,362 (100.0)	4,078.1 〔106.6〕	3,630.7 〔117.2〕

で説明できるようになり、農家を納得させることができたと思える。

馬鈴薯の栽培試験では、生育相が明らかに優っていると観察されても、坪掘調査では必ずしもそのとおりにならないことが多い。これは馬鈴薯の場合、豆類のように種子が均一でなく、**場所によって生育差がある**と考えられた。**坪掘面積を規定の**倍以上にすると、安定した数値になることがわかった。

もっともこれは現地の農家から学んだものである。坪掘をしても成績が安定せず、どうしたものかと考えあぐねているとき、**農家がポテトハーベスターから降りてきて、「整畦培土機はすごい技術だ。持ってきた機械は買うからそのまま置いていってくれ」と言うのである。**どうしてそのように判断したかを問うと、「枕地で回行するときのハーベスターのタンクの中の収穫量を見ればわかる。自分の培土機を使ったところよりも明らかに多く、生育相が異なっていることも納得できた。塊茎の形状もそろっており、規格外品が少ないように思えた」とのことであった。

馬鈴薯の坪掘面積を多くすることは重量物だけに苦労は伴うが、それ以来、比較的正確に傾向を現せたと考えている。ともあれ、いろんな農家の支援があり、一つの技術を定着させることができたのは幸いであった。

そうこうするうちに、数人の専門家から整畦培土にクレームが付けられた。培土の側面を崩れないようにプラスチック板で押さえ込んでいるが、あれは固め過ぎで塊茎の肥大や分布を妨げると指摘された。そんなに固める構造ではないので、おかしいと思って調査してみると、固くなっているところがまったくないわけではなかった。

もう一人の専門家は整畦培土の技術を高く評価してくれたが、耕起法を改善するともっと増収すると言うのである。農家は30㎝**の深さに耕起**していると言うが、調査した限りでは15㎝**であり、農家の怠慢だと叱責**する。農家は経営面積が増えてから、耕起能率を高めようとして、浅起こしの傾向にあることは確かであるとしても、25㎝**は耕起しているはずである。**15㎝**耕起では、圃場残さのすき込みが不十分であり、雑草も生えやすいので農家がそんな浅起こしはするわけはないと、改めて圃場を調べてみると、それは耕起深ではなく、砕土・整地法の問題と判明した。**

農家は軽しょう土地帯では多くは、ロータリーハローの1回がけであるが、粘質土壌地帯では2回がけをするものである。写真13のロータリーハロー作業を見ればわかるように、トラクターのタイヤは15㎝**ほど**沈下している。その下はタイヤの踏圧で踏み固められている。土壌水分の多い状態で作業すればなお固められる。

ロータリーハローの作用深さは15㎝**くらいのものである。当然、この**踏圧列を砕土することにはならないでそのまま残る。ロータリーハローで表層を砕土してから後方の整地板で均すと、踏圧列はそのまま砕土した土に覆われてしまう。仕上がりはきれいであっても、下層に締め固められた踏圧列はそのままになっている。

図4はその状態を示したものである。1回がけでは踏圧列は断面積で30％を占める。2回がけとなると60％である。専門家の一人が整畦培土は側板を押し付けるようにして整畦するから、それは固すぎの原因になっていると言う。もう一人は耕起深が浅いと指摘しているが、じつはこの踏圧列を破砕していないことが問題なのであるとした。

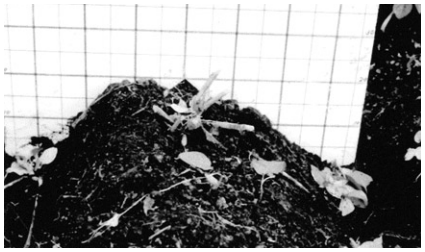
これはロータリーハローにルーズナー（タイヤ跡消し）を取り付けて、正常に使うことで簡単に解決する問題なのである（写真14）。一般に見えない部分はそのまま見過ごされてしまう。しかし、一流の農家はわず

写真 13：ロータリーハローによる砕土・整地



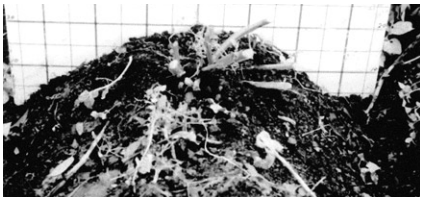
トラクターのタイヤは15cmほど沈下し、タイヤの下も踏圧で固く締め固められている。ロータリーハローの作用深さは約15cmであり、この踏圧列を砕くことはできない。砕土後、後方の整地板で均すときれいな仕上がりとなり、下層に踏圧列が残っているのに気づかない。

写真 12：収穫時の慣行培土の状態



培土機を改良して大型化しているので、以前に比較すると培土量は多くなっている。しかし、依然として**「三角培土」「富士山培土」と言われた名残を残す。**馬鈴薯の場合、培土の部分が根圏域であるので、断面積が小さいのはやはりハンディである。

写真 11：収穫時の整畦培土の状況



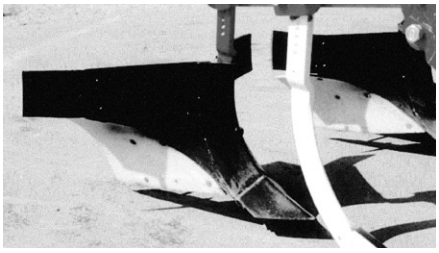
軽しょう土の場合、秋には形が多少崩れることがないわけではない。雨にたたかれて沈下することもあるが、培土時の形状はそのまま形をとどめているものである。メークインは、塊茎が広く分布するので地表に露出して緑化イモになりやすいが、種イモの播種位置を深くすることでそれもほとんどなくなる。

かなところも看過せず、きちんと手当てするものである（図5）。多少手間を要そうとも必ず見返りのあることに留意したい。

前後するが、図6は整畦培土の形状や大きさを種々検討してきて、完成の域に達したときのプロフィールである。慣行培土と比較して断面積を20％以上広くできるので、これでよしとした。中段の整畦培土と慣行培土の断面積が若干広くなっているのは、培土プラウの前に心土犁を取り付けたことによるものである（写真15）。畦間を心土破砕すると、土壌が砕土されるので、培土量が多くなることを示している。培土の凹みから下100㎜に心土破砕の通過した跡が残っている。

心土破砕を取り付けて作業すべきかどうかについては、けん引抵抗が多少大きくなっても取り付けるだけのメリットがあると言えよう。培土量が多くなることは、それだけ根圏域を広めることであり、一方、降雨が続いた場合などに畦間から迅速排水を可能にするものである。馬鈴薯などは湿潤な状態を好まない作物であるので、排水性を良好にしておくことは増収、高品質化を約束するもので、栽培上心得なければならない大事なことなのである。

写真15：心土犁付き整畦培土機



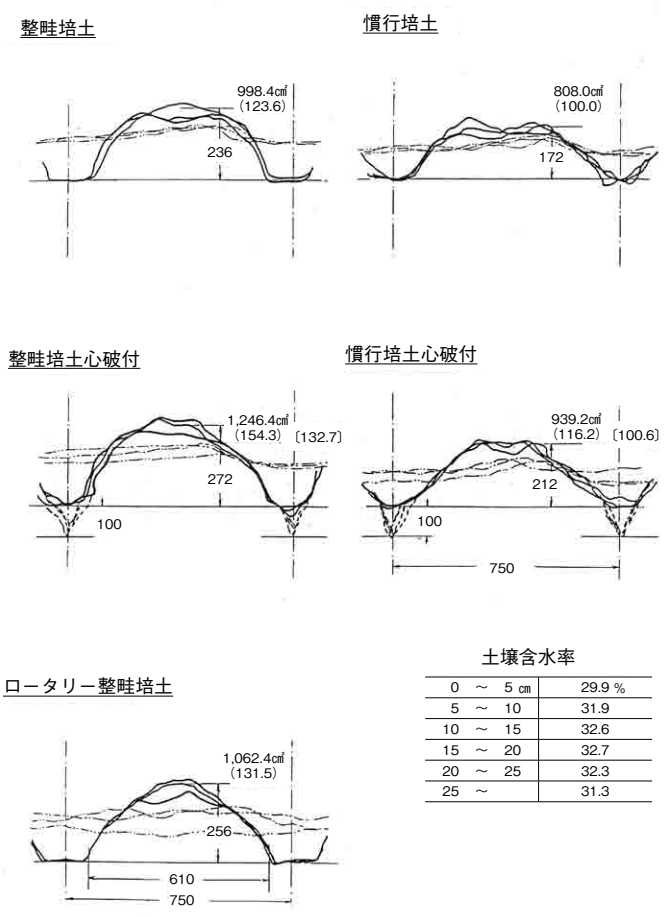
心土犁は幅を広くした大型のものでなくともなんら差し支えない。トラクターのタイヤ踏圧跡も切り割って砕土するので、4畦がまったく同じ形状、内容で培土される。畦間の中央が心土犁によって砕土されていると、降雨があっても迅速に排水される。

写真14：ロータリーハローに取り付けたルーズナー



ロータリーハローにルーズナー（タイヤ跡消し）が取り付けられていても、浅くては意味がない。ボトムプラウで耕起した底部にルーズナーの爪が到達するものでなければならない。ルーズナーは簡単なナイフ状のものでも十分に砕土できる。

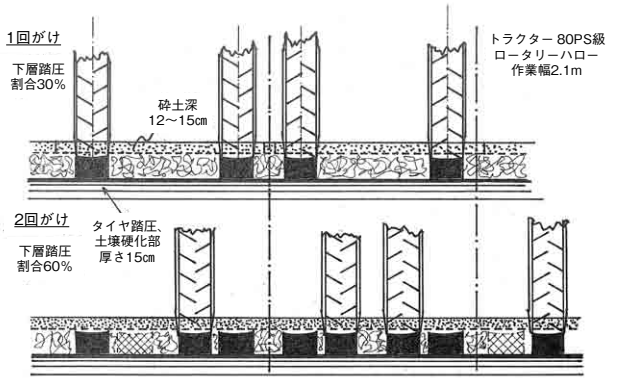
図6：培土プロフィール



土壌含水率

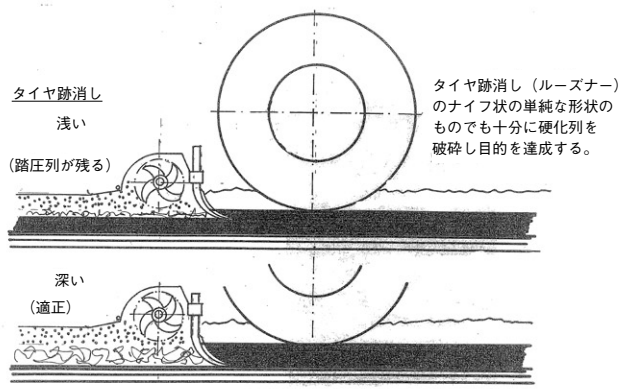
0 ～ 5㎝	29.9％
5 ～ 10	31.9
10 ～ 15	32.6
15 ～ 20	32.7
20 ～ 25	32.3
25 ～	31.3

図4：ロータリーハローの砕土・整地作業時に発生する下層タイヤ踏圧



注：ボトムプラウ耕起深30㎝

図5：ルーズナー（タイヤ跡消し）による踏圧列破砕



注：タイヤ跡消し（ルーズナー）はプラウ耕時のれき底に達しなければならない。