



北海道の野菜栽培における 機械化の現状と課題

北海道立十勝農業試験場
研究部 農業機械科長

桃野 寛

1 はじめに

野菜の安定供給施策として「野菜新政策」が出されてから、北海道も「野菜生産省力化」、「産地育成事業」などの野菜安定生産のため多くの事業が取り組まれています。野菜の中でも、重量野菜に対する北海道への依存度はますます高まってきており、作付面積、収量、道外移出量とも増加の傾向にあります。生産現場では、最も重労働とされる収穫が手作業に依存するものが多いため、安定した産地の形成と、農業者の高齢化、担い手不足、雇用労働力の不足などに対応できる省力機械化が緊急課題となっています。

一般に、圃場の機械化や共撰施設がある程度進み、「手間が掛からない、作りやすい」など生産者のイメージが定着したタマネギ、ダイコン、ニンジンなどは大規模栽培化の傾向にあります。

一方、栽培様式が多様で、高度な栽培管理技術を必要とする作物や、収穫の機械化が困難で、収

穫後の調製・選別に多大な手作業労力を要するものでは、栽培面積の拡大は望めずに小規模化していきます。

近年、野菜栽培面積が急激に拡大しつつある畑作地帯の露地野菜栽培では、支援する栽培関連の高効率なトラクタ装着型作業機や作業技術に急速な進展が見られます。

2 大規模畑作機械の現状

畑作地域における野菜作は品目数が少ない反面、1作目の栽培規模が大きいのが特徴といえます。また、農道整備により運送事情が良くなり、共同選果施設を核とした広域な作付・集出荷が可能となったことで、生産規模の広大意識はますます高まりつつあります。

作目別の作期を眺めてみますと、基幹作目の合間をぬっての作業となることが分かります(図1)。特に一般畑作物の栽培規模が極めて大きいこともあり、作業期間が限定される収穫時期の作業競合

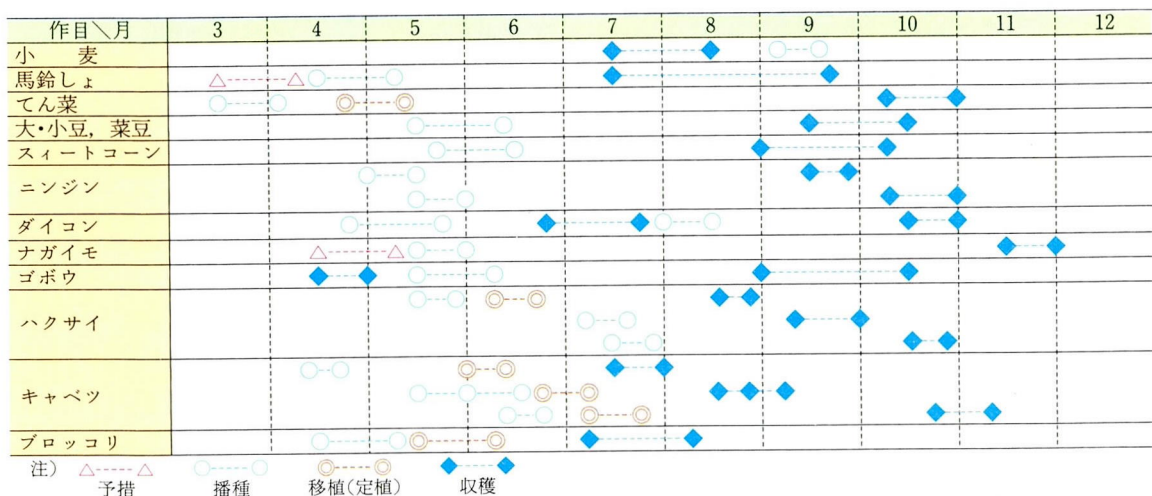


図1 作目別の作期

に配慮した作型や、家族労働で対応できる省力的で高能率な収穫機の開発が待たれているのが現状です。

3 野菜作における機械化の課題

生産者が機械化をそれほど必要と感じていない作業工程には、マルチフィルムの穴開け作業や間引き作業などが挙げられます。無間引き栽培は魅力的ですが、競合により発芽性を高めるニンジン以外の作物でも、2～3粒播種して健苗のみを残す従来の方法が規格歩留まりの向上につながる場合が多いためです。

機械化すべき作業工程には、重労働である苗運搬、収穫、ビニールマルチ資材の搬出などの後作業が挙げられます。

重量野菜と呼ばれる中には、①ダイコンやナガイモのように1個体の重量が1～2 kgと重い作物。②ゴボウのように1個体の重量は300 g以下と軽量ですが、運搬時には20本程度を束ね扱いし、1回の扱い量が4～6 kgになる場合。③形状が大きいか、持ちにくいタマネギやニンジンのようにコンテナ扱いとなり、1回の扱い量が5～10 kgになる場合。④根もの野菜で軽量ではあるが、引き抜き抵抗が4 kgf以上ある場合なども広い意味で含まれます。

収穫作業には様々な動作が含まれています。ゴボウ収穫の場合を例に労働量の評価をしたのが表1です。作業前後の心拍数の増加から、動作の強度を推察できます(表2)。ゴボウの収穫は地上部をチョップで細断した後、ゴボウプラウやバイプロリフタで20 cm程度浮き上がらせてから人手で抜き取り、15～20本を肥料袋に入れたり、束にして運搬用スチールコンテナまたはパレットに積み込みます。引き抜き力は4 kgf以下ですが、労働の強度としては、束ねたゴボウを拾い上げ、抱えて運ぶ動作が重労働であることが分かります。十勝農業試験場では、これらの動作を機械化した「ゴボウハーベスタ」を現在試作中です。

表1 手作業労働強度

(1994, 5/6 天候: 晴れ 18℃)

氏名	性別	年齢(歳)	体重(kg)	抜取り作業①前後心拍数			抜取り作業②前後心拍数			運搬作業心拍数	
				作業前	増加率	抜本数	作業前	増加率	抜本数	作業前	増加率
S	♂	26	59	84	23.8	220	74	21.6	270	78	41.0
Y	♂	20	55	80	25.0	170	66	12.1	335	72	55.6
M	♂	44	83	84	19.0	450	84	26.2	300	84	54.8
H	♀	45	52	—	—	—	76	55.3	450	96	33.3
備	考					正味 作業時間 15'12"	休憩 時間 15'00"		正味 作業時間 15'00"	休憩 時間 15'00"	正味 作業時間 6'00"

表2 心拍数増加率と作業強度との関係

心拍数増加率(%)	エネルギー代謝率による区分	エネルギー代謝率の計算値
25以下	軽作業	1.86以下
25～50	中作業	1.86～3.60
50～100	重作業	7.10 継続労働が不可
100以上	激作業	7.10以上

$$Y = 0.0698X + 0.1163$$

X: 安静時心拍数に対する作業時心拍数の増加率(%)

Y: エネルギー代謝率

(出典: 酒井学: 心拍数とエネルギー代謝率との関係, 農機学誌29, 30巻)

4 作業別機械化の現状と課題

1) 施肥・播種・移植

収穫時に均一な生育揃いを狙うには、播種床の碎土状態から施肥法、播種状態・移植状態などの作業精度が決め手となります。

また、大面積の播種・移植作業を適期に行うためには、作業の高能率化も要求されます。このため、最近では施肥機・播種機・マルチャを組み合わせた複合作業機が普及する傾向にあります(図2)。

複合作業機の特徴としては、耕うんや施肥などの高効率作業が播種やマルチャなどの低能率工程

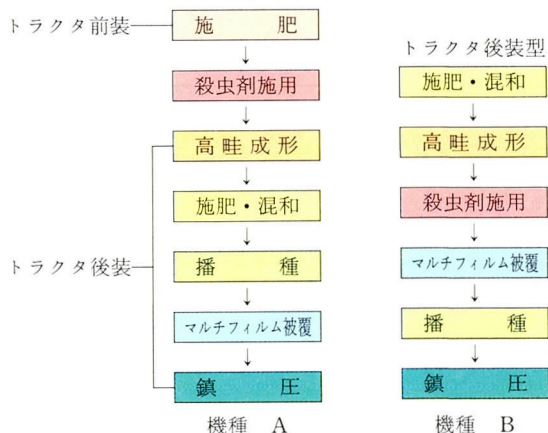


図2 複合作業機 (ロータリ施肥播種マルチャ)



写真1 施肥播種マルチャ（機種B）



写真2 ペースト肥料の側条施肥播種機（ダイコン）

表3 複合作業機の作業性能

播種精度								
条列	播種間隔 (cm)			1穴粒数 (粒/穴)	1穴内の種子間隔(cm)	播種深さ (cm)	作業能率	
	平均	偏差	変動率				(a/h)	(h/ha)
右	24.3	±0.65	2.7%	2.1±0.5	1.6±0.9	2.7±0.3		
左	24.2	±0.60	2.5%	2.6±0.9	1.6±0.6	2.5±0.1		
作業能率								
面積区画 (m ²)	作業速度 (m/s)	総作業時間 (sec)	直進作業 (s)	フィルムセット (s)	資材補給 (s)	回行 (s)	停止調整 (s)	作業能率
896.4 270×3.32	0.17	2,608 (100)	2,049 (78.6)	108 (4.1)	247 (9.5)	112 (4.3)	92 (3.5)	12.4 8.1

天候：晴れ

作業条件：速度段数：主-4, 副-M 微速, エンジン回転数：1,600 rpm

PTO回転数：540 rpm 2速

作業人員：2名

に制約されることが挙げられます。しかし、一工程で一連の作業が完了するので、圃場内の走行回数が減少し車輪踏圧の軽減となること、また、全層施肥法と比較して施肥量や播種・移植位置など精度が均一となるなどの長所があります(写真1, 表3)。共同利用の場合、トラクタに装着しておけば、持回りで大きな調整なしに一連の作業が瞬時にできることも魅力的です。装着するトラクタは作業機重量が増加するので、油圧揚力が十分に確保できる大きさであること、作業機の全長が長くなり、枕地面積も若干広く取る必要があります。

田植機の走行部に施肥播種機を装着したペースト側条施

肥播種機(写真2)は種子の上下近傍に一定割合のペースト肥料を側条に入れることができる複合機械で、生育の均一化と規格品歩留まり率が向上することが確認されています(図3)。

省力的な直播栽培は野菜作においても理想ではありますが、種子の選抜程度や発芽力などの違いが出芽・苗立ち率に影響し、生育不揃いの原因になったり、複粒播種による競合が初期生育を旺盛にするなどの理由から播種量が多くなり、その結果、間引き労働が必要となり、必ずしも省力的とは言えない場合もみられます。

このため、茎葉菜類では直播は少なく、播種・苗管理・定植等に全投下労働時間の3~5割といわれる多労を要する移植方式が現実には採られてい

る。

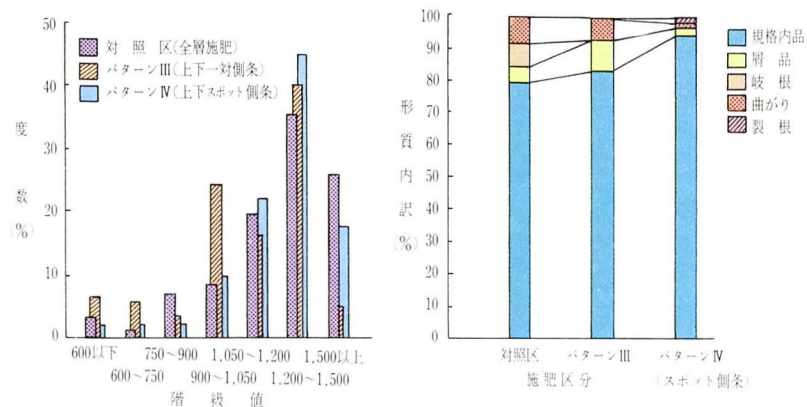


図3 ペースト施肥播種機によるダイコンの形質



写真3 プラグ苗移植風景（キャベツ）



写真5 収穫台車方式（ブロッコリ）

ます（写真3）。

2) 防除・除草・管理

ビニールマルチ栽培が一般化した後は、べた掛けマルチ栽培も初期生育の安定化のため一般化すると思われます。多労である被覆作業と引き剥ぎ作業をトラクタ作業に置き換え省力化する研究も検討されています（写真4）。



写真4 「べたがけ」資材の被覆作業機



写真6 コンベヤキャリヤ方式（ブロッコリ）

3) 収穫・調製

収穫機の形態は選択収穫と一斉収穫の2方式に大別されます。

選択収穫とは、すぐり収穫とも呼ばれ、作業者が生育や成熟度を判別しながら収穫する方式です。畦間を走行する収穫台車方式（写真5）とコンベヤキャリヤ方式（写真6,7）とがあります。収穫台車は作物をまたいで走行するので、最低地上高が65 cm以上のハイクリアランス構造に作られています。収穫台車方式は草丈の低い作物への適応度は高いですが、草丈の高い作物の場合は荷台が高く



写真7 コンベヤキャリヤ方式（キャベツ）

なり過ぎるので作業性は劣ることもあります。車輪や履帯の前方には、畦間を走行することから、作物に傷をつけたり、押し倒しを防止するため、草分け装置（ディバイダ）が取り付けられています。しかし、2畦ごとに走行車輪や作業者が通過するので、2～3回採りを行う場合は踏みつけ傷や機械破損部から病菌が侵入したり、腐敗しやすい

いので、防除の配慮が必要となります。

コンベヤキャリヤ方式には、トラクタ直装型と履帯トラクタに装着した自走型とがあります。いずれも防除畦を走行し、片側に伸ばしたコンベヤの後に6～7人が付いて、1人が2畦を担当し、適期の個体のみを収穫していきます。ブロッコリでは、粗切断のみを行なって横送りコンベヤに載せてコンテナに収納していきますが、キャベツ収穫では、仕上げ調製まで行なったものを載せたり、コンベヤ上に段ボール箱を置き、仕上げ・箱詰めまでを行なっている事例もあります。いずれの場合も走行速度は0.1 m/s 以下と微低速です。包丁1本だけを持つ作業なので、早起きの得意な高齢者向けの作業様式といえます。

一斉収穫とは、一挙に圃場のすべてを収穫する方式で、形質が均一で、かつ、生育が揃っていることが前提となります。代表的な作物はニンジン(写真8)、ダイコン(写真9)、ゴボウなどで、



写真10 キャベツの一斉収穫機

いずれも圃場では腐れ、変形・奇形、損傷等の粗悪分離選別を行なった後、選別調製施設で洗浄、仕上げ調製、規格選別される作物です。

最近では、生育を揃えるため、均一な苗を移植してキャベツやハクサイを一斉収穫する収穫機が輸入され(写真10)、国産機も開発されています。問題は、はい軸の長さ、結球の姿勢の不揃いが収穫機の性能に大きく影響することです。特に移植苗の徒長防止と生育の均一化、異系統種子の混入防止などが決め手となるでしょう。また、「収穫機上で調製をどの程度まで行うか」はこれらの収穫機の作業速度を決定しています。結球野菜の場合、外葉2枚を残した状態に仕上げ切断調製を行おうとすれば、作業速度は0.1 m/s 以下となり、作業効率率は極めて低下します。したがって、これらの収穫機は土砂が混入しない程度に茎を切断し、コンテナに収納して、調製施設に持ち込んでから仕上げ調製を行う収穫体系が適期収穫をする上からも望ましいと考えられます。

5 今後の機械化の形態

圃場作業の機械化を推進するには、共撰施設内の機械化・省人化、内部品質判定を行うロボットや自動化装置を組み込んだ粗悪隔絶選別機の開発、規格分級の迅速化・簡素化なども必要となります。しかし、実際には、『品質は、選別で作られず工程で作られる』という品質管理の大原則を言うまでもなく、耕うんから収穫まで各工程の作業精度を高め、圃場歩留まり率を向上させるのが生産コスト低減化の決め手といえます。



写真8 ニンジン収穫機



写真9 ダイコンハーベスタ