

(6) 小型機械を活用した作業体系を前提とした場合における留意点

ア) 基本的な考え方

近年は樹園地での実証等が進み、適切な機械作業体系、道路配置、樹形等を選択することでほ場造成勾配を大きく変更せずに人力作業の軽減を図ることも可能となってきたことから、8.(1)(2)のとおり小型機械の導入を含めた基盤整備の検討を行うことが重要となっている。

一方で、傾斜地の樹園地の整備では、機械作業及び農地保全の観点から、これまで耕区面の傾斜を緩和して耕区をテラス状又は階段状に造成するため短辺長の制限要素は地形であるとされてきた(計画基準「ほ場整備(畑)」P69)。しかし、従来のように耕区面の傾斜を大規模に修正することによる再整備では、基盤整備の期間とそれに伴う農家の未収益期間が課題となり、果樹の計画的な改植に沿わない場合もある。

ここでは、表1のような機械化作業体系のモデルを例に、小型機械の導入に併せた基盤整備の考え方を例示する。なお、本節の区画形状は主に計画基準「ほ場整備(畑)」の基本タイプⅨ型(及びⅩ型)を対象とした斜面畑工法について記載するが、小型機械の導入はこれに限定されるものではなく、技術開発動向を調査して柔軟に検討を進めることが肝要である。

表 機械化作業体系のモデル

機械化体系		人力+小型ロボット
ロボットの導入機械の例	防除作業	小型の農薬噴霧ロボット
	運搬作業	小型の運搬ロボット
	除草作業	無人自律走行の草刈り機 無線遠隔操作草刈り機
	収穫作業	人力
	剪定作業	電動剪定ハサミ(人力補助)、 アシストスーツ(人力補助)

現行の計画基準(畑)の樹園地 基本タイプ

表-3.5.2 基本タイプ及び適用条件(樹園地)

基本タイプ	Ⅶ型	Ⅸ型 (Ⅸ-1、Ⅸ-2型)	Ⅹ型 (Ⅹ-1、Ⅹ-2型)	Ⅺ型
1. 傾斜	9% (5°) 未満	9% (5°) ~ 27% (15°) 未満	27% (15°) ~ 47% (25°) 未満	47% (25°) 以上
2. 土壌	条件なし	条件なし	条件なし	条件なし
3. 降雨強度	条件なし	条件なし	条件なし	条件なし
4. 営農	リンゴ園は園内道(幅員2.0m程度)設置 ミカン園等は作業道(幅員1.0m程度)設置 スピードスプレーヤー、多目的スプリンクラー及び機械利用による管理作業	リンゴ園は園内道(幅員2.0m程度)設置 ミカン園等は作業道(1.0m程度)設置 スピードスプレーヤー、多目的スプリンクラー及び機械利用による管理作業	傾斜勾配 27% (15°) 未満の支線農道と園内道、作業道の設置 スピードスプレーヤー、多目的スプリンクラー及びモノレールその他機械利用による管理作業	作業道設置 多目的スプリンクラー、モノレール、モノローラー等利用

本節で小型機械を活用した作業体系を前提とする場合の考え方を補足

## イ) 区画形状

現況地形をわずかな切盛土によって修正し、比較的機械化営農に適した樹園地に整備する方法として斜面畑工がある。従来の斜面畑工では樹列と交互に園内道を等高線方向に設置することが基本となっている（計画基準「農地開発（開畑）」P83、標準設計「農地造成」P258）。これによって、平坦な作業スペースが確保でき、高所作業及び連続作業が容易になることで、機械化体系への転換が実現するなどの利点がある。一方で、等高線方向に緻密に園内道を造成するため、畑面部の勾配が現況より急になる、又は小段が多く発生し人力の草刈りが必要な箇所が増えるといった課題がある。

果樹用の小型ロボットを導入して営農作業の効率化を図る場合には、傾斜方向に機械を走行させて果樹の密植を行う作業体系を検討することも有効である。これにより勾配の緩和もしくは小段の減少が図られ、畑面部での小型機械の走行が容易となる。また、果樹の列間長が調整しやすいため省力樹形の導入が促進されるなどの利点がある。一方で、作業は傾斜した畑面で行うことになるため、勾配が14%（8°）を超える樹園地では省力樹形の導入において低樹高化により高所作業を減少させること、小型機械によって連続作業や人力運搬などを削減すること等を検討し、対象ほ場の条件に最適な樹木配置、樹形及び機械化体系を検討する必要がある。

小型ロボットの導入を前提とする区画計画においては、図1に示すとおり傾斜方向の園内道の延伸、果樹の列間長の短縮を検討することが可能である。この場合、ロボットの車軸に対する横断方向の傾斜は転倒リスクがあるため、傾斜に沿った樹木の列方向とすることを検討する。また、導入機械の登坂能力を考慮し区画の緩傾斜化を検討する。

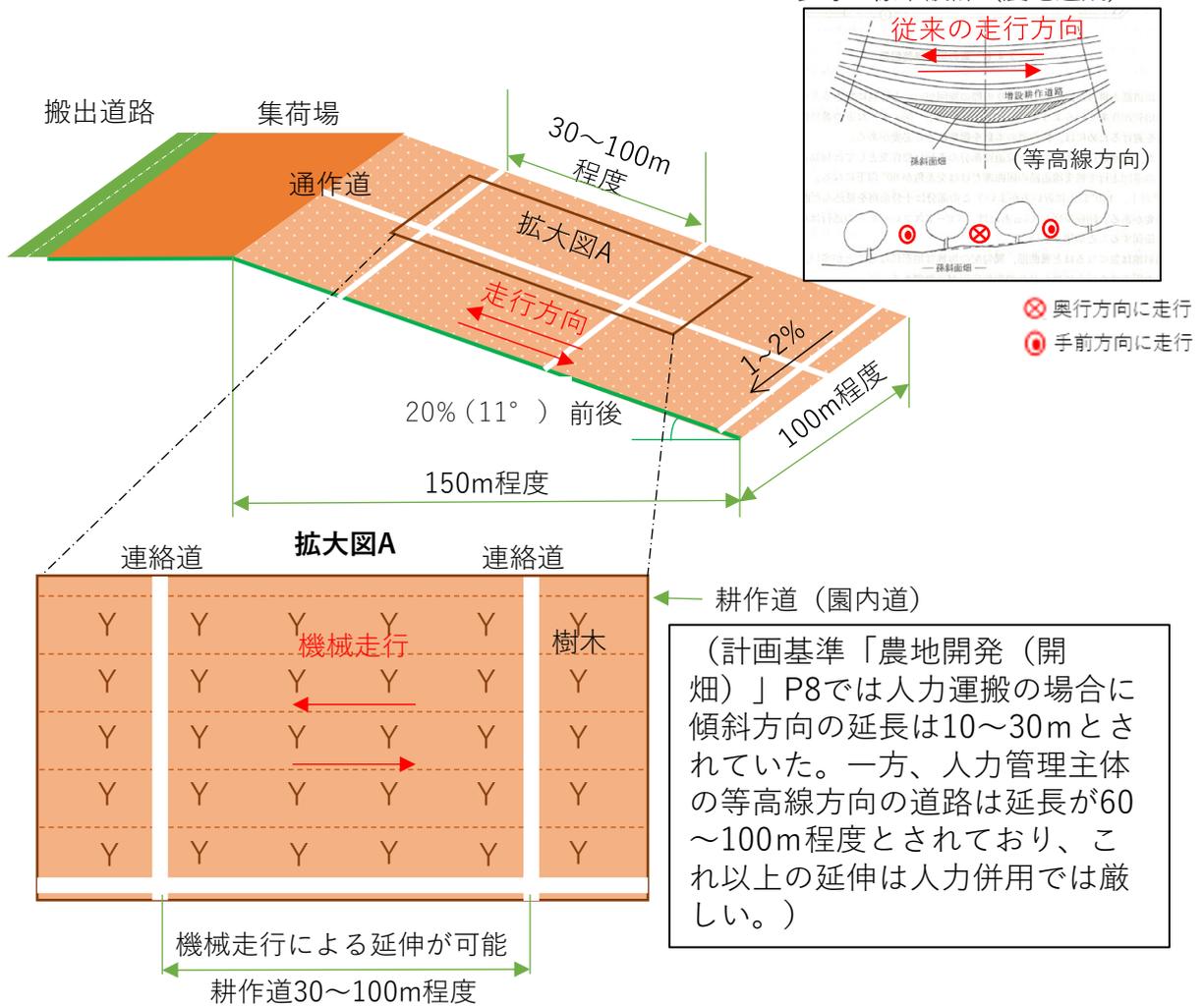
従来の斜面畑工では運搬方式は斜面降下を原則として労働力の制限から傾斜方向の一辺は10～30m程度とされているが（計画基準「農地開発（開畑）」P8）、果樹用の小型ロボットで収穫物の自動運搬等を行うことで傾斜方向の園内道を30m以上とすることも可能であり、機械の連続作業の効率化、走行経路の延長の削減を図るためにはロボットの作業方向となる傾斜方向の辺長をロボットの作業能力を踏まえて長くすることが有効である。

一方、果樹用の小型ロボットの積載量は比較的小さいことから薬剤散布等の営農資材の補給に適した延長となること、収穫等における人力の連続作業時の登坂回数の増加に留意が必要である。なお、参考までに人力管理主体の樹園地では等高線方向の道路延長は60～100m程度とされており、これ以上の延伸は慎重に検討する必要がある（計画基準「農地開発（開畑）」P8）。

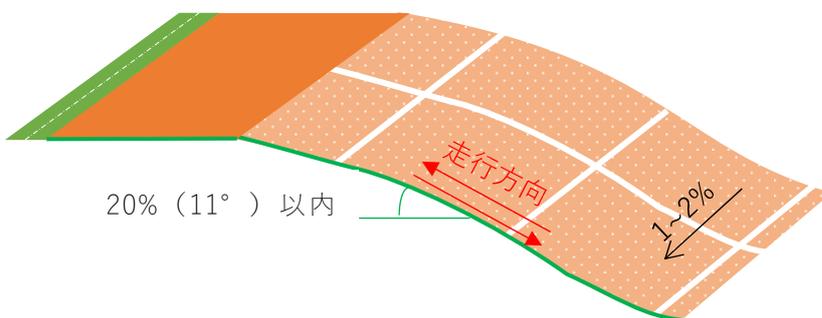
[資料8(6)－1 傾斜方向での移動を主体とする整備イメージ]

○資料8(6)-1 傾斜方向での移動を主体とする整備イメージ

参考：標準設計（農地造成）P253



（曲面とする場合）



- ・直線的でなく滑らかな曲面は走行に有利
- ・栽培面積が若干拡大する

## ウ) 区画規模

区画規模の検討に当たっては、農業機械利用計画を踏まえ、導入予定機械が登坂可能な勾配内で、耕区の大区画化を行うことが望ましく、機械の連続作業方向を考慮した農地配置を行うことも考えられる。

## エ) 園内道

近年開発が進む小型の農薬噴霧ロボット、運搬ロボット等の活用を見込む場合、園内道はロボットの登坂能力に合わせた縦横断勾配とする必要がある。この際は、必要に応じて地形条件を考慮し、傾斜方向に対して斜めに道路線形の配置を検討することも有効である。

なお、果樹用の小型ロボットは車両幅1m未満、登坂角度36%（20°）程度としているものが多いが、地形条件や積載量によって走行性能が異なることに留意が必要である。また、自動走行で両手が自由に使える等の営農作業上の農家の意向も踏まえて検討を行うことが重要である。

耕区間に法面がある場合にも法面の緩勾配化や耕区間移動通路を設置することにより小型ロボットの耕区間移動が容易となる。また、連絡道から勾配20%（11°）を超えるような園内道へ接続している園地では、部分的にマウンドや切り下げを簡易に整備することによりカーブ走行時の機体の傾きを軽減して安全性を高めることができる。

[資料8(6)－2 果樹用の小型ロボット]

[資料8(6)－3 小型ロボットの効率的な運用のための園内道イメージ]

## オ) 土壌流出防止

傾斜地においては、土壌等の流亡により、災害の発生や水質の悪化等を招く危険性があるため、草生等による防止対策が必要である。果樹用の小型ロボットの利用においては、カーブ内側や勾配変化部で轍掘れが生ずることが報告されており、部分的にマットの敷設や作物に影響が少ない土壌硬化剤で土壌を固化するなどの対策を検討することが有効である。

雨水対策については、額縁明渠と掘込式釜場の組み合わせ等を検討し、額縁明渠が機械走行や運搬の支障となる場合には、暗渠(有孔管)及び碎石の敷設により車両や機械走行の安全を確保することが有効である。

[資料8(6)－4 土壌硬化剤による固化の例]

[資料8(6)－5 排水・土壌流出対策の事例]

## カ) 施工

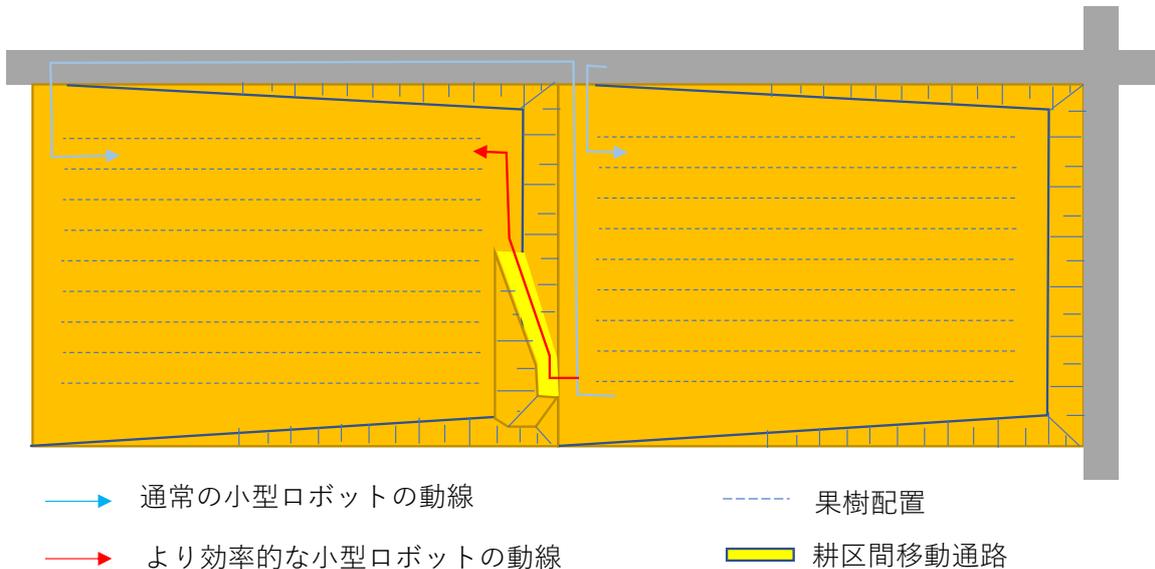
改植を含む施工を行う場合は年間の許容減収や閑散期の間には施工可能な量を想定し、複数工区に分けて数カ年で施工することが考えられる。その間の、仮設的な園内道についても検討が必要である。

○資料8(6)ー2 果樹用の小型ロボット

事例名	(1)中山間における自律走行型農業ロボットの導入	行2)自動追尾の農業ロボット	(3)クローラー型モビリティロボット
事業者	(株) EMILab	(株) ソミックマネジメントホールディングス	N S W (株)
用途	散布、運搬	運搬・散布	運搬
作物	果樹(リンゴブドウ等)	果樹(みかん等)	果樹(柿等)
規格 (一部カスタマイズ可能なものを 含む)	L:1,000mm W:500mm H:700mm 	L:1,100mm W:950mm H:400mm※台車部 	L:1,000mm W:655mm H:525mm※台車部 
積載量(kg)	約 100kg	約 200kg	約 100kg 程度
登坂能力(度)	36% (20°)	36% (20°)	36% (20°)
車輪の型式	車輪	車輪	クローラー型
備考	<ul style="list-style-type: none"> <li>リモコン走行で自動噴霧が可能</li> <li>収穫地点から集荷場所の間を自動往復</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>作業者を追従、施肥、防除、収穫を補助。</li> <li>収穫地点から集荷場所の間を自動往復</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>作業者を追従</li> <li>収穫地点から集荷場所の間を自動往復</li> <li>障害物検知、接触センサによる緊急停止</li> </ul>

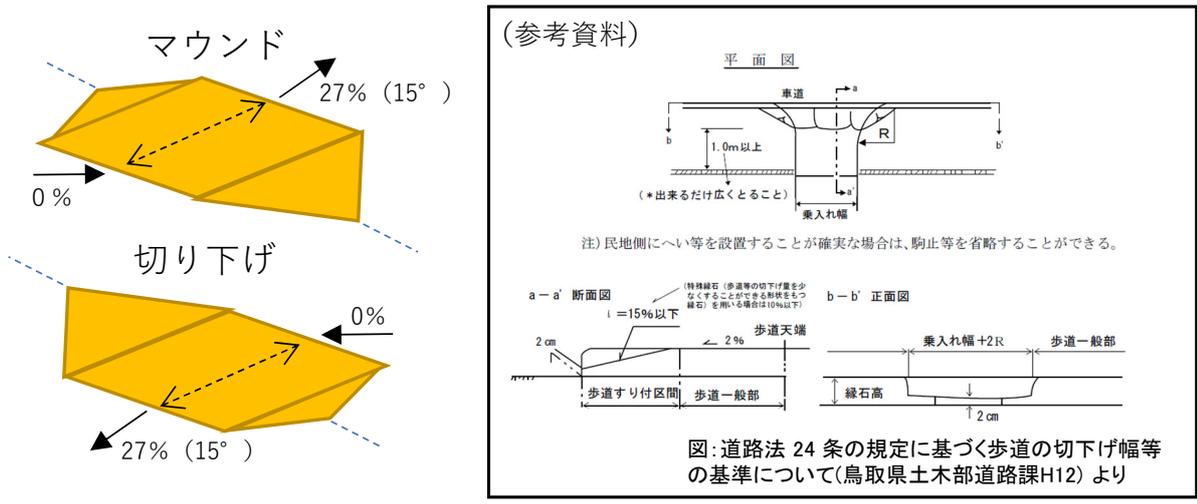
○資料8(6)-3 小型ロボットの効率的な運用のための園内道イメージ

・ 樹園地における耕区間移動通路のイメージ



・ 園内道の合流点における簡易整備

連絡道から 20% (11°) を超えるような耕作道へ接続している園地では、部分的に盛土や切り下げを簡易に整備することにより走行時の機体の傾きを軽減して安全性を高めることができる。



○資料8(6)-4 土壌硬化剤による固化の例

**【施工結果】**



施工前



施工2日後

表1 土壌表面硬度(山中式硬度計:mm)

	施工直後	7日後	14日後
舗装区	24.0	34.2	31.0
未舗装区	14.5	22.8	17.0

表2 各作業10㎡当たり施工に要した労力

作業種類	作業時間 (分・秒/人)	人数
耕 転	5分59秒	1
マグホワイト散布	3分31秒	1
土壌との混和	12分56秒	1
転 圧		
プレート	6分55秒	1
ランマー	4分35秒	2
散 水	3秒	1
合 計	33分59秒	—

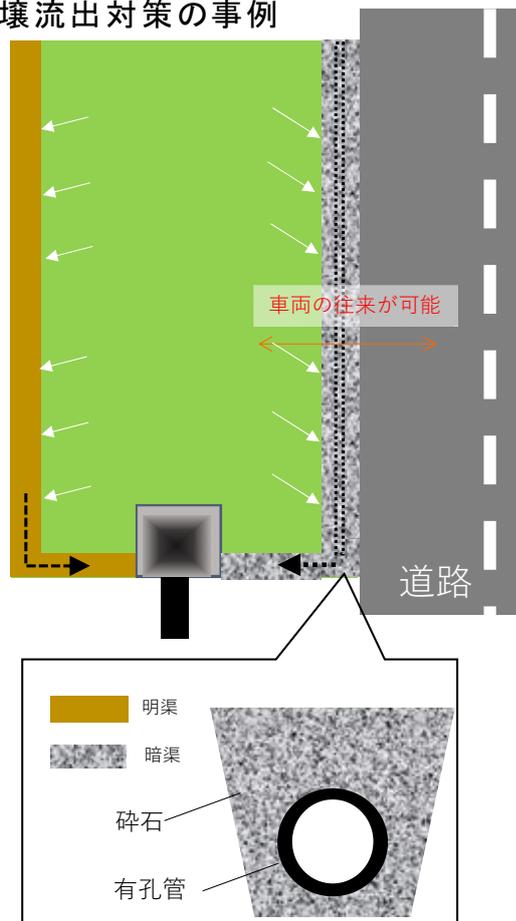
経費: マグホワイト  
7,056円/60kg/10㎡  
ランマーレンタル代  
2,150円/日

園主の感想:  
草が生えにくく、降雨  
後も作業しやすく、ベ  
ビーカーや車いす客も  
入園しやすいため、  
評価している。他ほ  
場でも施工してみたい。



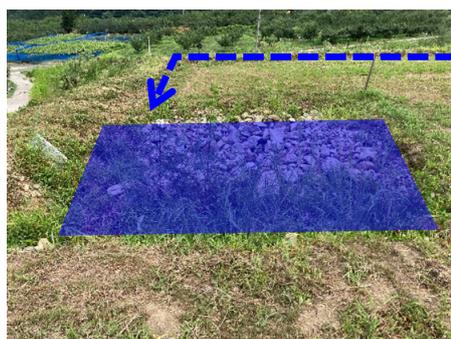
出典:「簡易舗装による観光ミカン園のバリアフリー化」(兵庫県立農林水産技術総合技術センターほか)

○資料8(6)－5 排水・土壌流出対策の事例



- ・傾斜地においては土壌流出防止のために草生等が有効
- ・雨水は額縁明渠、掘込式釜場の組み合わせによる対策
- ・暗渠(有孔管)及び碎石の敷設により車両や機械走行の安全を確保

明渠と掘込式釜場



碎石と暗渠埋設

