

## 第7章 傾斜地りんご園の土地基盤整備

第2章から第6章までは、りんご園の実態として年代別開園面積と園地標高との関係および地形特性（傾斜度・傾斜方向）を解明し、また特殊土としてしらすのスレーキング特性を明らかにした。さらにしらす地帯傾斜地りんご園における営農的侵食防止対策、および収穫や栽培管理等における作業効率に直接関わりのある園地内耕作道について現地調査し、その結果に基づいて耕作道の現状と問題点および既成園における営農管理を主体とした対策を述べた。

これらに関しては、農家自身が早急に対処できることであるが、現在訪れつつある後継者不足や労働力の高齢化さらに輸入自由化などの国際的情勢を考えると、省力化や作業の安全性および生産性の向上は必然的なものであり、思い切った傾斜地りんご園の土地基盤整備の必要性を強く感じる。

果樹栽培における省力化すなわち機械化に関する研究は、昭和30年代の末期よりかなりの努力が払われ、研究そのものの成果は見るべきものがあつたが、現場への浸透ははかばかしくなかつた。また機械化が問題になる以前につくられた古い果樹園は、ほとんど農道らしいものを持たないから、これに機械を導入するには園地の改造、特に農道の整備が不可欠である。今後、新規造成されると思われるりんご園の面積はごく僅かであり、老朽化した既成園の占める面積の割合は、新規造成園に比べはるかに多い。そのため既成園を改造して大型農業機械の導入をはかる問題は、果樹園の新規造成の問題よりもむしろ重要である。

ただし、最も大事なことは、農家自身の生産意欲であることは、歴史的背景からも幾度となく困難に直面し克服してきたことからわかる。今後、りんご園の土地基盤整備を行う時、生産意欲を失うような負担金や経済ブランクは極力避けなければならない。

この章では、経済ブランクなどを考慮した傾斜地りんご園の土地基盤整備の方向付けを検討するものである。

## 7.1 既成園における要整備地区の選定

### 7.1.1 選定条件

開園年代や傾斜度などの現状を分析診断し、園地の流動化も踏まえて傾斜地りんご園の土地基盤整備を行う必要がある。

#### (1) 開園年代と樹齢について

開園年代と樹齢とは必ずしも一致しないが、一般に開園以来50年以上経過している園地は、老齢樹や障害樹が多く、土壌も悪化し、生産性が低下している。樹齢と収量の関係については、図-7.1に示すように、慣行型のふじでは樹齢58年以上になると極端に収量が低下する。また、表-7.1によると、粗収入から生産費を差し引い

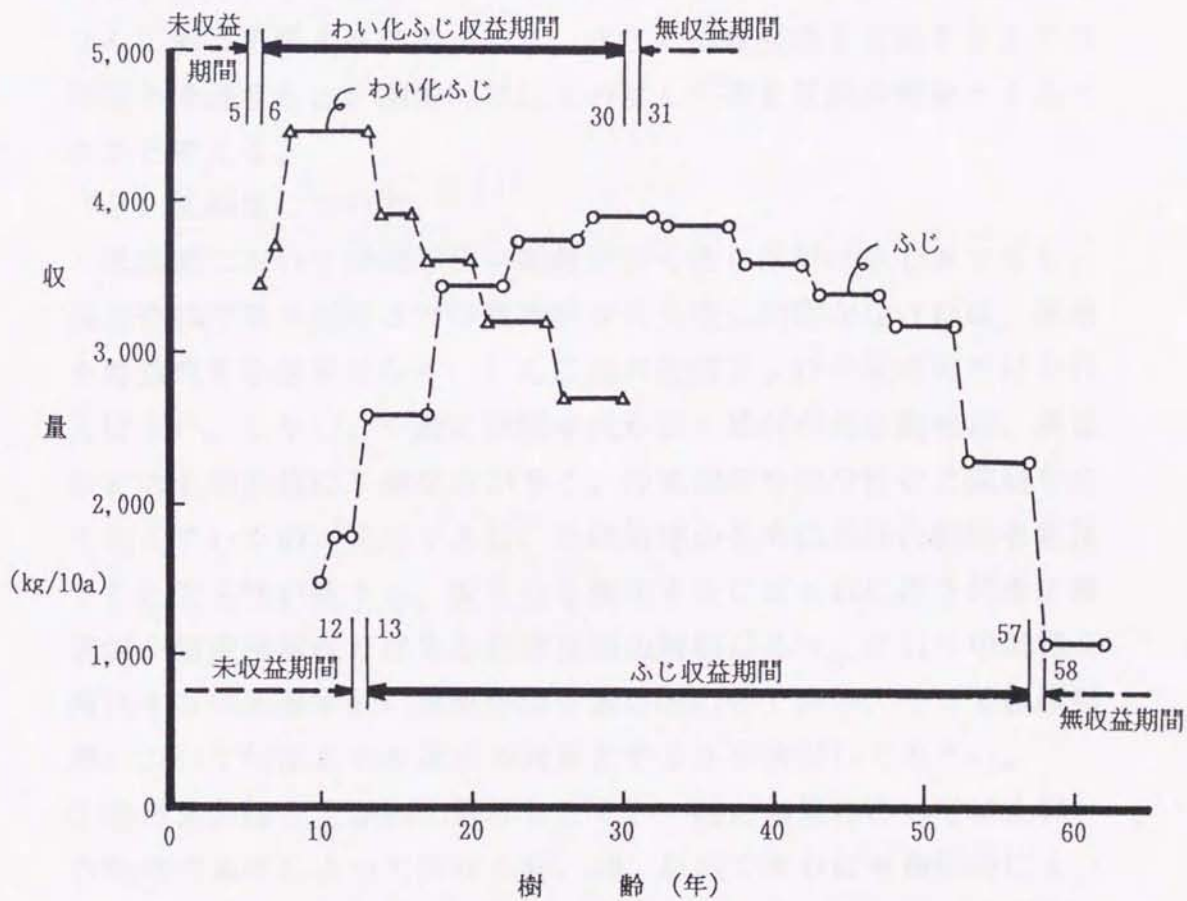


図-7.1 りんご(ふじ)の樹齢と収量との関係(10a当り)<sup>1)</sup>

表-7.1 りんご(ふじ)の純収益算定表<sup>1)</sup>

樹 齢	10	11~ 12	13~ 17	18~ 22	23~ 27	28~ 32	33~ 37	38~ 42	43~ 47	48~ 52	53~ 57	58~ 62
粗収入	94	113	163	214	236	245	242	226	214	201	144	69
生産費	126	132	138	142	145	145	145	145	145	142	142	142
純収益	△32	△19	25	72	91	100	97	81	69	59	2	△73

注) 上表の数値は、樹齢28~32年の純収益を100とした場合の比率である。

△はマイナスを示す。

た純収益は、樹齢58~62年ではマイナスに転じており、樹齢53~57年の場合でも純収益は、48~52年に比べ約30分の1、28~32年に比べると50分の1と著しく低下する。このことから、樹齢53年以上のりんご樹は更新する必要がある、さらに基盤整備を実施するまでの期間も考慮すると、樹齢50年以上のりんご樹を更新の対象とすべきかと考える。

## (2) 傾斜度について

既成園において開園年代や樹齢が古くまた傾斜が急であっても、農道や耕作道が完備され作業効率や安全性に問題がなければ、園地を再造成する必要はなく、りんご樹の改植および土壌改良だけを行えばよい。しかし、一般に開園年代が古く傾斜が急な園地は、農道などの土地基盤に不備な点が多く、作業効率や安全性など問題を多く抱えているのが現状である。急傾斜地の造成は畑面の機能を重視すると安定性が低下し、安定性を強化するにはそれに伴う付帯工事費増や畑面積減など技術と経済両面の制約があり、これらの問題を解決するには基本的に急傾斜地を避けることである。そこで原傾斜度について何度までを造成の対象とするかを検討してみたい。

①農用地の保全上からの限界として、一般に畑地においては土質、作物等の条件によって異なるが、20°以内であれば管理技術によって土壌侵食の危険を少なくすることができるが、20°をこえると急激に侵食が強まるといわれている。<sup>2)</sup>

②造園形態とブルドーザ施工限界の関係について、福岡<sup>3)</sup>は『階

段畑工ではブルドーザ施工上からみても20°前後といえるであろう。斜面畑工では安全な造成限界は25°までではないかと考える。』としている。

③造園形態と造成土工量の関係についても福岡<sup>3)</sup>は『一定切土の土工量に対する限界原傾斜角度をみた結果、3000 m<sup>3</sup>/ha以下にとどめるには、水平階段畑では階段高2.0mに制限すると原傾斜角度8°～30°までで、広幅畑面勾配階段畑でも同様である。斜面畑では表土剥ぎ落とし幅2.0mで17°となる。さらに造成後の運営管理の長短を考慮すれば、水平階段の2倍程度の切土量まで投資可能とすれば6000 m<sup>3</sup>/haが限界となる。その原傾斜角度は約20°～25°が限度であろう。』としている。

④樹園地の現地傾斜度別の造成方式は、第6章の図-6.4にも示しているが、改良山成畑工も含めると表-7.2のとおりである。

表-7.2 樹園地の傾斜別造成方式適用範囲<sup>4)</sup>

造成方法	現地形傾斜度 (°)				
	0	10	20	30	40
山成畑工	←——→				
改良山成畑工	←-----→				
斜面畑工	←-----→		←——→		
階段畑工		←-----→			

注) ←——→ 適する範囲、←-----→ 特別な場合適する範囲。

上表によると、改良山成畑工の場合、かなり傾斜の急なところまで造成可能である。また近年の農地造成は、造成対象地の自然条件が厳しくなっているうえ、生産性を高めるため大型農業機械が稼働

できるようなほ場や施設が望まれ、昭和56～60年の間に国営農地開発事業で計画された面積の割合では90%を超えているように、大規模造成の場合、この工法が主流を占めている。<sup>5)</sup>

しかし、既成園を改造する場合は、第6章表-6.1を参考にし、その規模や造成コストおよび防災などの関係から造成工法を検討すべきであり、原傾斜が急なところを畑面勾配を緩くし土工量を大規模に移動するような改良山成畑工は採用されにくく、また階段畑工も潰れ地や造成コストさらに防災の面からも適した工法とはいえない。地元農家の立場からすると、負担金に直接影響する造成コストが最も大きなウエイトを占めており、そのことから判断するならば山成畑工や斜面畑工が適しているといえ、その造成傾斜角度は適する範囲として20°以下となる。

⑤青森県のりんご指導要項によると、『機械化作業を前提とした造園形態は土地の傾斜度が10°以下の地形では山成畑、10～15°では作業道型斜面畑、15°以上では作業道型階段畑とするのが一般的である。しかし、21°以上の新規造成地では、造成後4～5年経過しても未栽植の園地が散見され、土地利用性を悪くしているので、あまり急な勾配の場所は造成しないようにする。』<sup>6)</sup>としている。これはまさに実状をとらえており、造成したとしても栽植しなければ何の意味も持たない。よって、20°以下を既成園改造の対象とするべきかと思う。

以上①～⑤から総合的に判断すると、既成園地を造成する場合の限界傾斜度としては20°と設定して差し支えないといえる。

### (3) 傾斜方向について

傾斜方向については、第3章で述べているように新規造成する場合には、日射量が少なくりんご栽培に不利な北斜面は避け、できるだけ南斜面を選択するのが望ましいと思われるが、既成園地の改造に当たっては、前述した選定条件すなわち園地の古さや樹齢および限界傾斜度などと比べ、傾斜方向はそれほど重要視する必要はないと考える。北斜面の場合には営農的な面から受光量を増やすような工夫をすればよく、また、雪害に対しても長年栽培管理をしてきた

経験から判断して対処すればよいと考える。

#### (4) 標高について

第2章では、雪害を考慮して、今後、園地を更新する場合などの適地としては、標高 200m以下をひとつの目安として選定するのがよいと思われると述べた。また、通作時間の点について考えると、比較的平坦な場所で集落を形成しているところの標高は、大鰐町や相馬村を除いた他の市町村では約50m以下である。標高が高い園地は、それだけ集落から離れており、また第3章で述べたように標高が高くなるにつれて傾斜も急になるため、通作時間が長くなる。通作時間が長くなるということは、1日当たりの栽培管理などの作業時間が少なくなることであり、1年を通してみるとかなりの時間的ロスとなる。また逆に作業時間を他の条件のよい地域と同等にとるとすれば、通作時間を加えた労働時間が過重になる。後継者不足や労働力の高齢化などを考えた場合、通作時間も無視できない要素といえる。これらのことも考慮して、標高 200m以下を既成園地造成のひとつの目安とすることは妥当と考える。

#### (5) 基幹的農道について

集落やりんご選果場などの施設と園地までを結ぶ基幹的農道が整備されているかどうか、前述の通作時間などとの関係もあり、選定条件のひとつとなる。既成園地を改造し、園地内の支線道路や耕作道を完備したとしても、基幹的農道が整備されていなければ、大型農業機械が導入できなかつたり、収穫時の集出荷作業に支障をきたしたり、さらに荷傷みなどの問題も出てくる。また、園地造成時の施工機械などの搬出搬入やその他の作業においても作業効率が低下し、それが工事費の増大にもつながる。これらの点からも、園地までの基幹的農道が整備されているかもしくは園地造成前に整備される計画があるのかどうか大きな選定条件のひとつとなり得る。

#### (6) 地元の意向について

既成園地造成に限らず土地改良事業においては、地元の意向が最も大切である。また、関係農家の経営や経済状態および将来の営農や基盤整備等に対する農家の意向を調査する必要がある。調査した

農家の意向を事業内容に反映させ、地元の理解を得ることが肝要である。

### 7.1.2 整備地区選定の流れ

前述した既成園における要整備地区の選定条件をまとめ、その流れを示すと、図-7.2 のようになる。

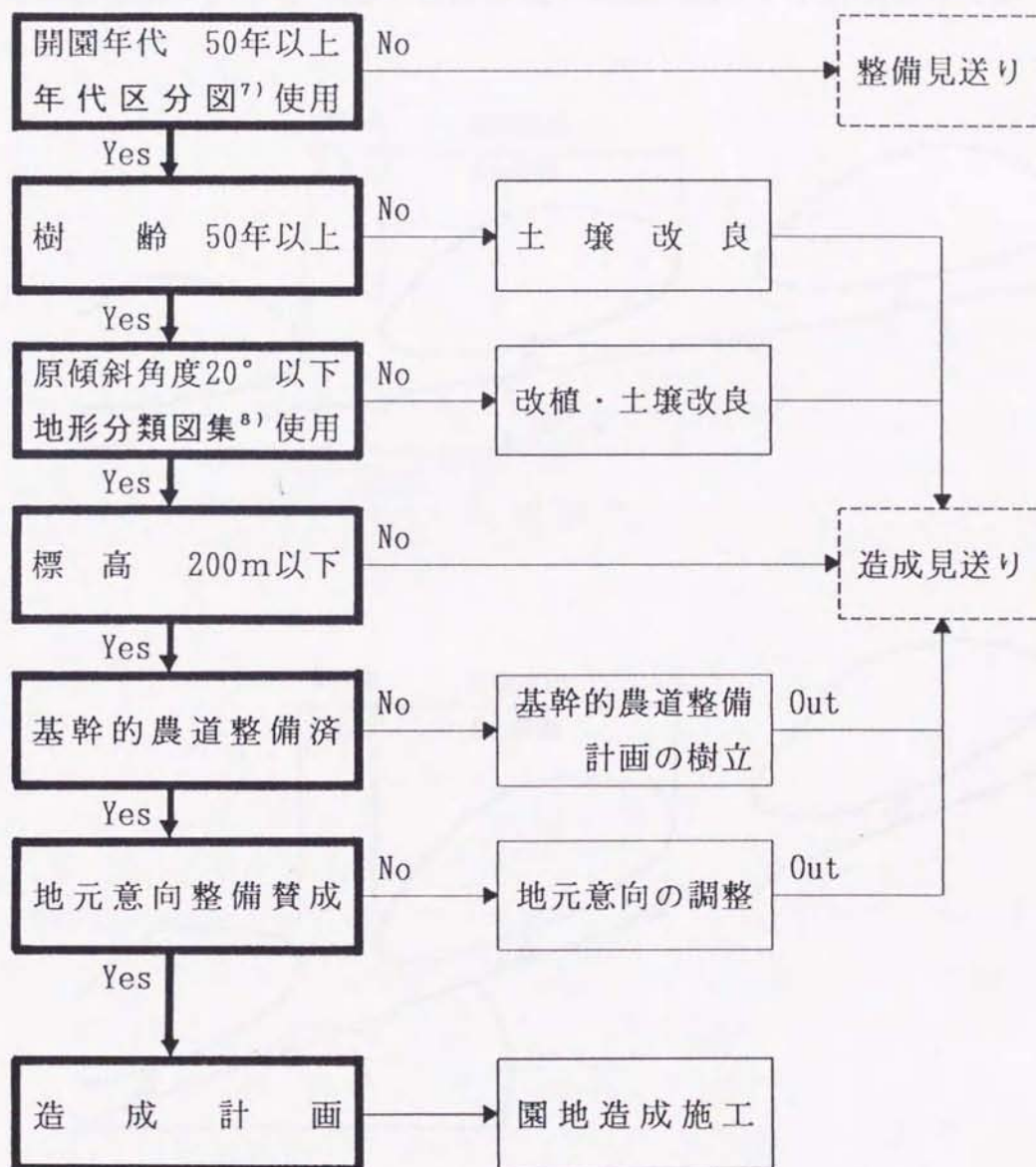
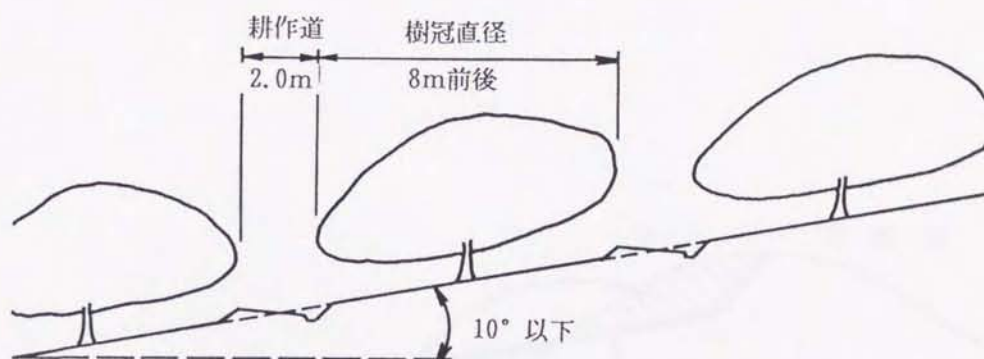


図-7.2 既成園における要整備地区選定の流れ図

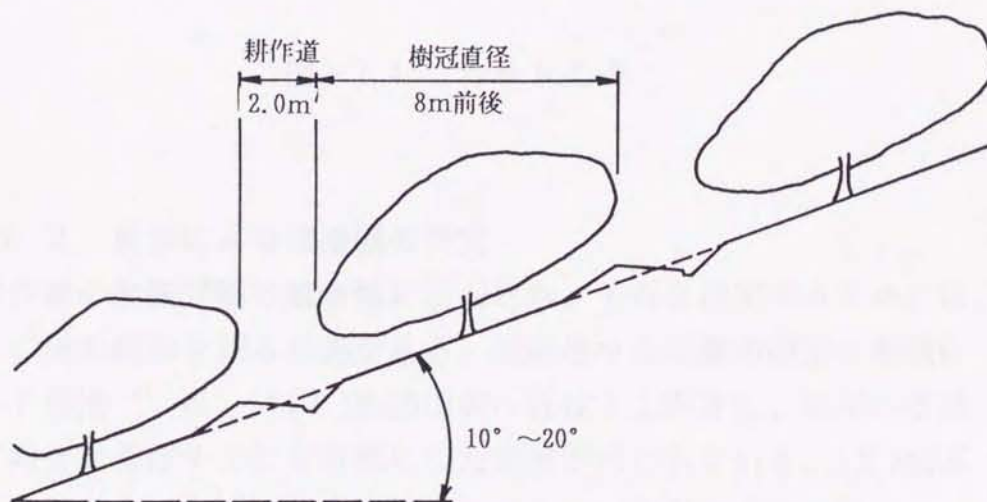
## 7.2 既成園における土地基盤整備

### 7.2.1 造成方式

前節において既成園における要整備の選定条件のひとつとして限界傾斜度を $20^\circ$ とした。すなわち既成園を改造する場合には原傾斜角度 $20^\circ$ 以下を対象とするということである。また、表-7.2を参考にし造成コストを考慮すれば造成方式は、図-7.3のとおりである。



山成畑工



斜面畑工

図-7.3 既成園における原傾斜 $20^\circ$ 以下の造成方式



近年、津軽地方りんご園において所々に見られる造成方式として、図-7.4のように改良山成畑工の特殊なもので、斜面を大きくカットして造成する工法（ここではカット工法と呼ぶこととする）がある。この工法は、比較的施工が容易で、傾斜が緩やかになり作業効率が向上するという有利な面もあるが、低位部において盛土部分の面積が多くなることや、背面部における土壌水分状態の変化による植生への影響、あるいは切土面の崩壊などが懸念され、今後の検討が必要である。

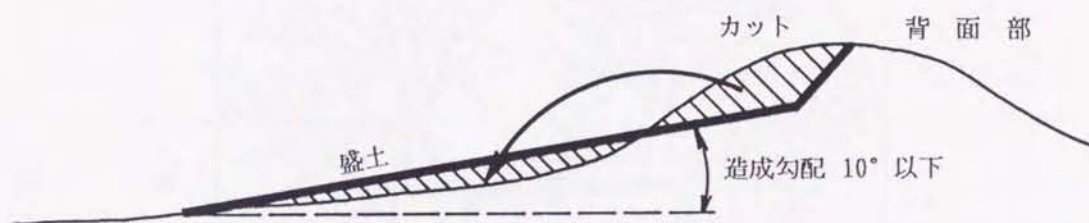
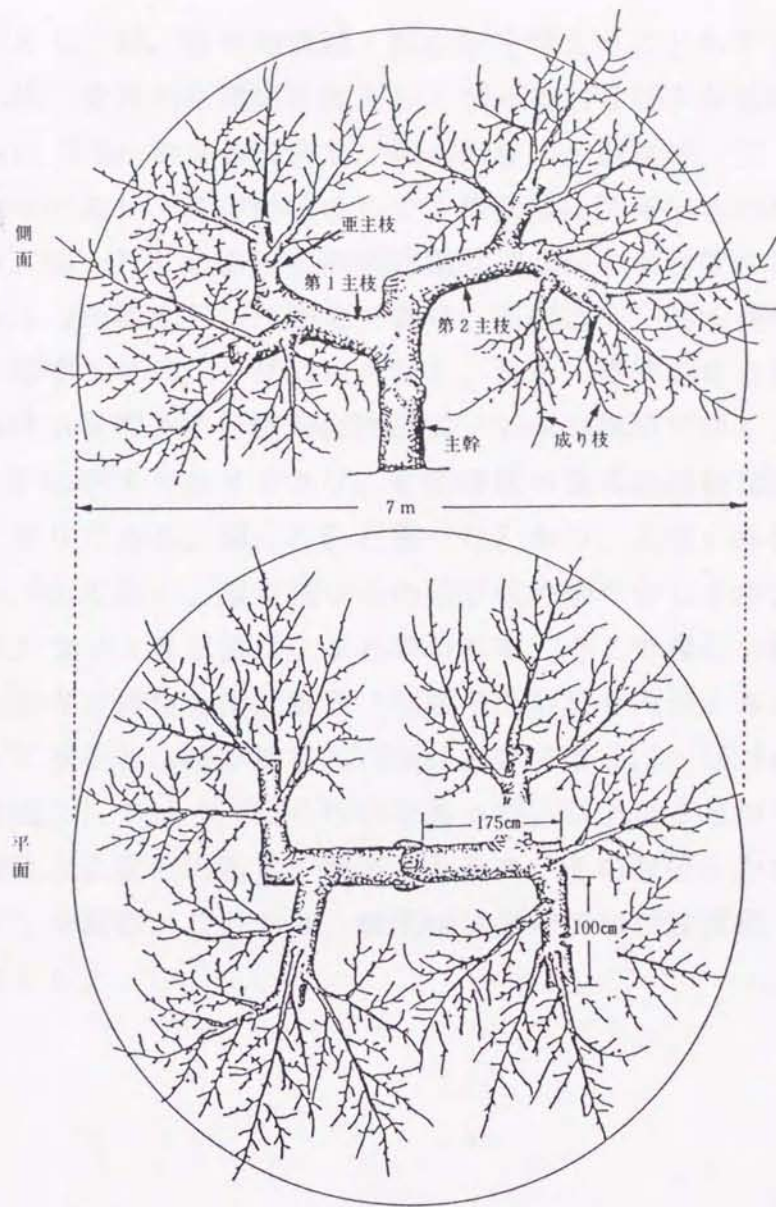


図-7.4 カット工法

### 7.2.2 樹形による畑面幅の決定

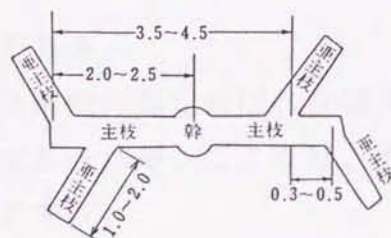
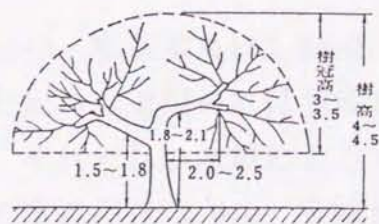
耕作道の配置間隔は畑面幅に左右され、それを決定するためには、りんご樹の樹形を知る必要がある。傾斜地りんご園の樹形の特徴について菊池<sup>9)</sup>は、『(1)斜面山側へは枝を上向きに、谷川へは枝を下向きに伸ばすことを目標にした整枝が行われている。(2)樹高とくに結実部位は極力低く抑えられている。強勢な台木を使って、根群を深くかつ広く発達させ、樹冠は比較的低くかつ広く土地を覆うことの出来る、慣行の疎植・開心形方式は、急傾斜地に最も適した樹形である。』としている。このことから、畑面幅を決定するた



樹冠は側面からみたばあい半円形になるようにつくる。ただし栽植距離が広ければ上部が平らになる  
 樹冠は上からみたばあい円になるようにつくる  
 それぞれの主枝の葉量、芽数はほぼ同じにする。各亜主枝においても同じである  
 図中の数字は7m×7m植えとしたばあいの主枝長、亜主枝長である。ただし、実際は40~50%長いばあいが多い

図-7.5 開心形成木の主枝と亜主枝配置図<sup>10)</sup>

めの樹形としては、慣行の疎植・開心形を考えることとする。慣行の疎植とは、最終的な栽植本数として10 a 当たり18本が標準であり、樹間距離は 7.5mである。また、開心形成木の形状は、図-7.5 に示すとおりであり、この形状の中で、畑面幅に関与するのは樹冠直径である。図-7.5 における樹冠直径は 7.0mとなっているが、これは 7m× 7m植えとした場合であり、実際は40~50%長い場合が多く、換算すると 9.8~10.5mとなる。また、標準的な栽植密度の場合における目標とする樹形は樹齢20~30年で完成させるものとして図-7.6 に示すとおりであり、骨格構成の基本の形状は図-7.7 に示すとおりである。図-7.6 と図-7.7 から、主枝の外側の寸法は4.0~5.0mであり、亜主枝からの成り枝の張り出しを考えると樹冠直径はかなり大きな値になると思われる。そこで浅田の報告<sup>11)</sup> 中の樹冠占有面積を樹冠直径（樹冠平面形状を円形とみなして）に換算してみると、傾斜地りんご園においては 6.1~11.2mとなり、平均的な値としては 8.0mくらいであった。以上のことから樹冠直径は、栽植本数などに応じて剪定するため、その数値にかなりの幅があるようである。ここでは、畑面幅は平均的な樹冠直径 8.0mとして計画する。



(単位：m)

図-7.6 目標とする樹形<sup>12)</sup>

図-7.7 骨格構成の基本<sup>12)</sup>

### 7.2.3 支線農道の構造諸元

樹園地における農道は、幹線農道、支線農道、耕作道の3種に分けられる。幹線・支線農道は樹園地帯の基本的道路網を形成し、一度建設されるとその改廃が非常に困難である。それに対し耕作道は園地内に設けられ、経営形態などの変化によって流動的な性格をもっている。いずれにしても農道は、その配置や形状により作業効率に著しい影響を及ぼすものである。

既成園において幹線農道は整備されていることが多く、ここでは、支線農道の構造諸元について述べることにし、耕作道の構造諸元については7.2.4で述べることにする。

支線農道の構造諸元を決定するに当たっては、「土地改良設計基準 設計 農道」<sup>13)</sup>に準拠して行うものとする。

#### (1) 幅員

幅員は、計画交通量や計画交通機種などを検討し、決定する。

①計画交通量はほとんどの場合500台/日未満であるから、一般には車道幅員は5.0~2.5mと考えるよい。

②計画交通機種として収穫時の運搬に使用する小型トラック(2t)あるいは大型トラック(6t以上)などを考慮したとすれば、それらの車両幅員に側方余裕幅(片側0.3mずつ)を加えると、

#### 車両幅員

小型トラック(2t)  $1.7 + 0.3 \times 2 = 2.3 \approx 2.5 \text{ m}$

大型トラック(6t以上)  $2.5 + 0.3 \times 2 = 3.1 \approx 3.5 \text{ m}$

となり、車道幅員は2.5~3.5m程度である。

上記の車道幅員に路肩幅員0.5mを両側に加えれば、全幅員となる。それぞれの地域によって異なるであろうが、ここでは、標準として車道幅員3.0m、全幅員4.0mとする。

#### (2) 縦断勾配

『畑・樹園地地域：幹線農道の縦断勾配は、原則として12%を限度とする。支線農道もこれに準ずるが、地形の状況などによりやむを得ない場合は、当該農道を通行する車両の種類、登坂能力、制動能力、路面の維持、営農形態、耕作地への出入り等を考慮して20%

以内の範囲で決めることができる。』より、支線農道の許容最大縦断勾配は20% (11° 18′) とする。

### (3) 横断勾配について

横断勾配は一般に排水面では路面の流速の一定限度内で大きい方がよい。一方、車両の走行面では小さい方がよく、横断勾配が2%以上になるとハンドル操作に偏りが感じられる。支線農道は、ほとんどの場合アスファルトかコンクリート舗装されているため、横断勾配は1.5~2.0%とすればよく、ここでは2.0%とする。勾配は、路央を頂点として両側に向かって下り勾配とするのが一般的である。支線農道の標準断面は、図-7.8に示すとおりである。

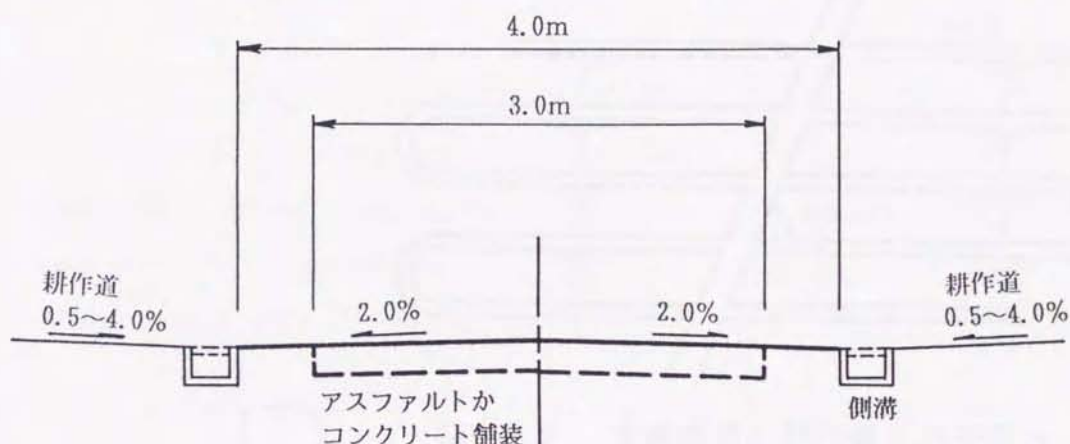


図-7.8 支線農道標準断面図

また、支線農道としては、用地や経済性から排水路の機能を兼ね備えた水路兼用農道を検討するのもよい。ただし、設計に当たっては、降雨時のスリップ防止対策等に留意することが必要である。

### (4) 曲線半径

一般に農道の線形は、交通車両の安全走行および快適さを考慮する必要がある。支線農道の設計速度は20km/hr程度であることから、最小曲線半径(車道中心において)は15mとし、できれば30mを確保するのがよい。

(5) 耕作道との取付け

支線農道は、園地の原傾斜が緩いところでは、等高線に沿って配置された耕作道と直交する形で配置されるのが一般的である。ここで、園地の原傾斜が支線農道の許容最大縦断勾配20%以内の場合には、支線農道の縦断勾配を園地の原傾斜と等しくとり、支線農道は耕作道と直交させることとする。また、園地の原傾斜が20%を超えて急な場合には、縦断勾配は許容最大縦断勾配20%とし、図-7.9に示す支線農道と耕作道との交角 $\alpha$ を求めることとする。その結果は、図-7.10に示すとおりである。

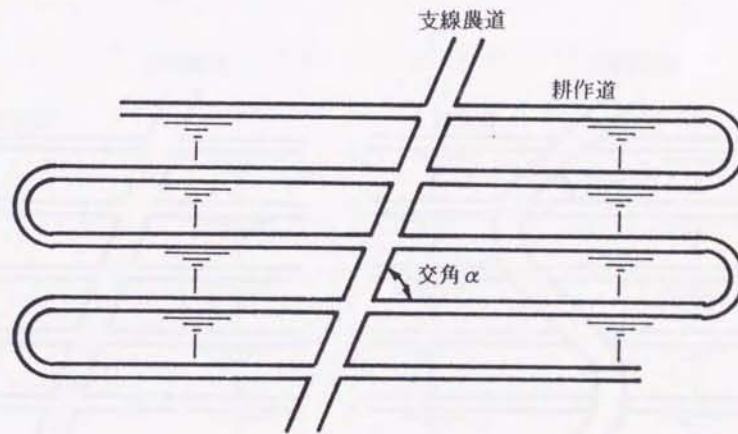


図-7.9 支線農道と耕作道との交角 $\alpha$

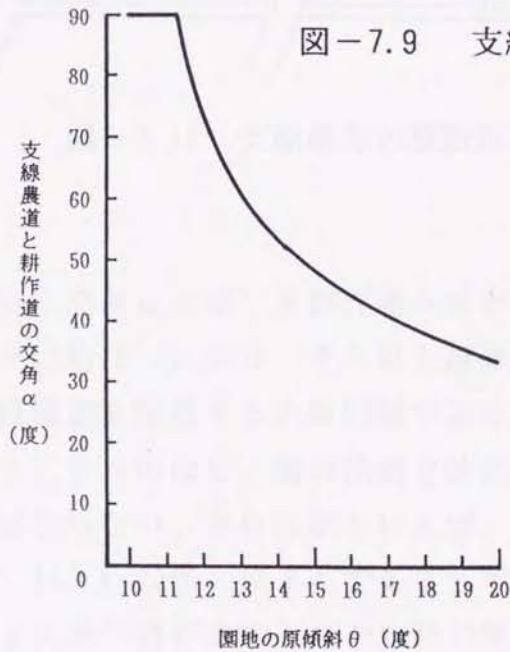


図-7.10 園地原傾斜 $\theta$ と交角 $\alpha$ との関係

図-7.10によると、園地原傾斜 $\theta$ が大きくなるほど、支線農道と耕作道との交角 $\alpha$ は小さくなり、 $\theta = 20^\circ$ の場合、 $\alpha \approx 33^\circ$ となる。交角 $\alpha$ が小さくなるほど、耕作道への出入りは困難になり、出入りしようとするとかかなり大きな隅切りが必要となる。また、支線農道を1本の直線で配置しようとするれば、山側と谷側では、耕作道の端部と支線農道までの距離がかなり異なり、SSなどの作業に支障をきたすこととなる。図-7.11のように、園地の長辺が長い場合には支線農道を複数にし、短い場合には電光型配置とすればよいが、いずれにしろ、交角 $\alpha$ が小さければ耕作道への出入りが困難なことに変わりはない。

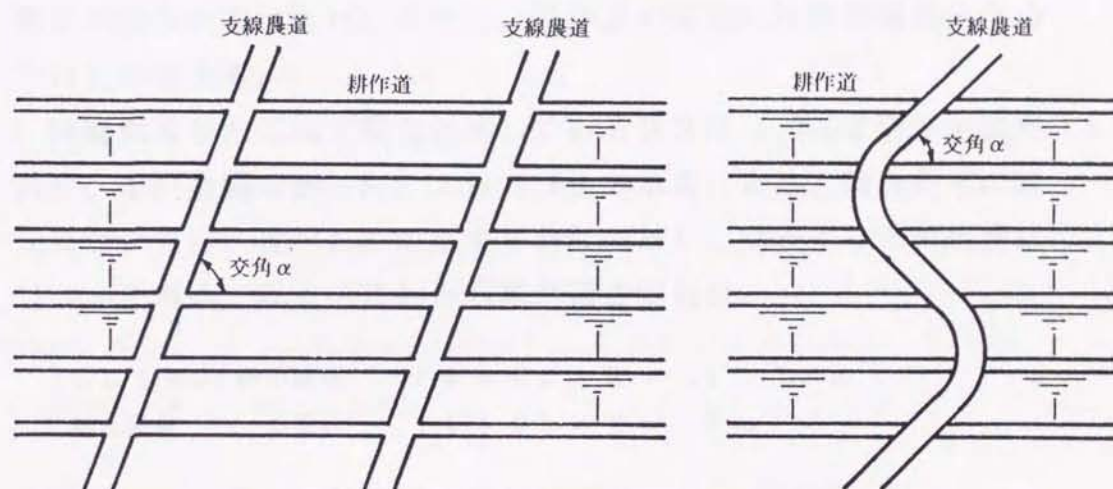


図-7.11 支線農道の複数配置と電光型配置

今、仮に交角 $\alpha = 45^\circ$ を耕作道への出入りの限界とすると、園地原傾斜 $\theta$ は約 $16^\circ$ となり、それ以上原傾斜の急な園地では基準に合った支線農道を配置するのは困難である。基準に準拠した支線農道を造ろうとするのなら、園地傾斜を改造修正し、傾斜 $15^\circ$ 以下にしなければならない。さらに欲をいえば、交角 $\alpha = 90^\circ$ とし、園地傾斜を $11^\circ 18'$  ( $20\%$ )以下とすることである。

交角 $\alpha$ と耕作道への出入りのための旋回半径などの関係は、耕作道の構造諸元の項で述べることにする。

#### 7.2.4 耕作道の構造諸元

##### (1) 幅員

幅員は、通行する農作業機械や車両を考慮し、決定すればよい。

農作業機械としては薬剤散布時のスピードスプレーヤがあり、計画車両としては農業用資材や収穫時の果実を運搬する軽自動車などを考慮すればよい。側方余裕幅は、農作業機械については第6章でも述べたように片側 0.2m、車両については支線農道と同様に片側 0.3mとする。路肩は、その機能として主要構造部の保護、農業機械などの駐停車場所、農業用資材や農産物の積卸し場所などであり、支線農道には必要であるが、耕作道の場合はその機能上必ずしも必要とするものではない。よって、耕作道の幅員には路肩幅員を含めないものとする。

津軽地方りんご園で現在使用しているSSは 1,000ℓ級が主流であり、その全幅は表-6.2 より 1.5mである。また、軽自動車の諸元については、表-7.3 に示すとおりであり、同表より車両幅員は 1.4mである。以上のことから耕作道の幅員は、

$$\begin{array}{ll} \text{SS 1,000ℓ級の場合} & 1.5 + 0.2 \times 2 = 1.9 \div 2.0 \text{ m} \\ \text{軽自動車の場合} & 1.4 + 0.3 \times 2 = 2.0 \text{ m} \end{array}$$

となる。ここでは、耕作道の幅員は 2.0mとして計画する。

表-7.3 軽自動車の諸元

規格	全長 (m)	全幅 (m)	全高 (m)	登坂能力 $\tan \theta$	最小回転半径 (m)	車体前面から後輪 車軸までの距離L
660 cc	3.1	1.4	1.8	0.35	4.1	2.5 m

##### (2) 縦断勾配

耕作道の直線部は、等高線に沿っており、路面は土砂であるため、『表面排水のための横断勾配は他の農道より急にし、3～6%と



する。縦断勾配は最小勾配を 0.5% とするが、4% を超えないようにする。』<sup>13)</sup>、『中央の支線道路に向かって1/30~1/50程度の縦断勾配をつけ、排水をはかる。』<sup>14)</sup> これらのことから、耕作道の直線部の縦断勾配は、表面排水を考慮し、0.5%以上4%以内とし、支線道路に向かって排水をはかるものとする。

耕作道の旋回部は、その形状諸元により作業効率の低下だけでなく、事故発生の原因となるため、その決定に当たっては充分注意が必要である。旋回部の縦断勾配については第6章でも述べたが、『限界として勾配7分の1、…、現況傾斜の変化に富んだ地域では限界内に達しない場合が多い。』<sup>15)</sup>、SS 600ℓ級の場合の登坂能力は『実用的には二輪駆動時で約17~18°、…。』<sup>16)</sup>、また、軽自動車の登坂能力は、表-7.3によれば、 $\tan \theta = 0.35$ すなわち  $\theta = 19^\circ 20'$  である。さらに傾斜地りんご園における現状の耕作道の縦断勾配は、第6章の図-6.10と図-6.11によると10~20°に多く分布している。以上のことから、耕作道の旋回部の縦断勾配は、7分の1すなわち8°(14%)以内にするのが望ましく、登坂能力や現状の勾配から安全性を考慮すると、許容最大縦断勾配は15°程度(約27%)と設定するのがよいと考える。

### (3) 横断勾配

耕作道の路面の多くは、土砂であり、走行速度が小さいことから走行上の問題は少なく、むしろ排水が問題となるため横断勾配は大きくとるのがよい。そのため、耕作道のような土砂系舗装道の横断勾配は3.0~6.0%とすればよく、ここでは、図-7.12のように山側に向かって下り6.0%の片勾配とし、法尻に地表排水のための溝を設ける。

### (4) 旋回半径

耕作道の旋回半径は、地形等の制約があり、支線農道のような計画はできない。また、第6章の調査結果(図-6.13~図-6.15)でもわかるように、外側旋回半径はおおよそ2.5~6.0mに多く分布している。そのため、耕作道の旋回半径は、農業機械等の最小旋回半径を考慮して決定するのがよい。

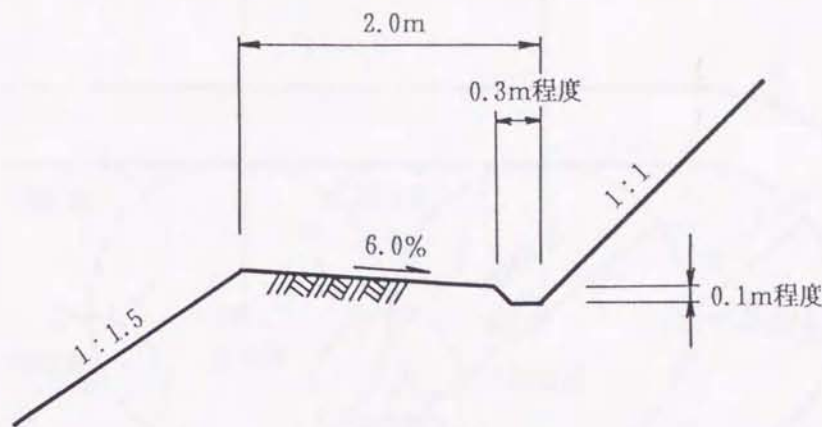


図-7.12 耕作道標準断面図

第6章の表-6.2より、SS 1,000ℓ級の機体最外側旋回半径は3.0mであり、表-7.3より、軽自動車の最小回転半径は、4.1mである。ここで、必要外側旋回半径は、SSの場合は機体最外側旋回半径に側方余裕幅を加味したものであり、軽自動車の場合は最小回転半径に車両幅員の1/2と側方余裕幅を加味したものであるから、

SS 1,000ℓ級の場合	3.0 +	0.2 = 3.2 m
軽自動車	の場合	4.1 + 1.4/2 + 0.3 = 5.1 m

となり、軽自動車を走行させるためには外側旋回半径として5.1m以上必要となる。SSだけの走行を考えると外側旋回半径は3.2mを確保すればよい。

前述7.2.2において、樹形による畑面幅を8.0mとした。また、耕作道の幅員は2.0mであるから、旋回部の形状は、図-7.13のようになる。図-7.13によると、外側旋回半径は6.0mであり、SSだけではなく軽自動車の必要外側旋回半径も満足している。軽自動車の走行に最低限必要な畑面幅は6.2mであり、SSの場合は2.4mである。しかし、畑面幅が8.0m以下になると枝が耕作道にはみ出し、走行に支障をきたすため、剪定しなければならなくなる。走行にゆとりを持たせるためにも畑面幅は8.0mは確保したい。

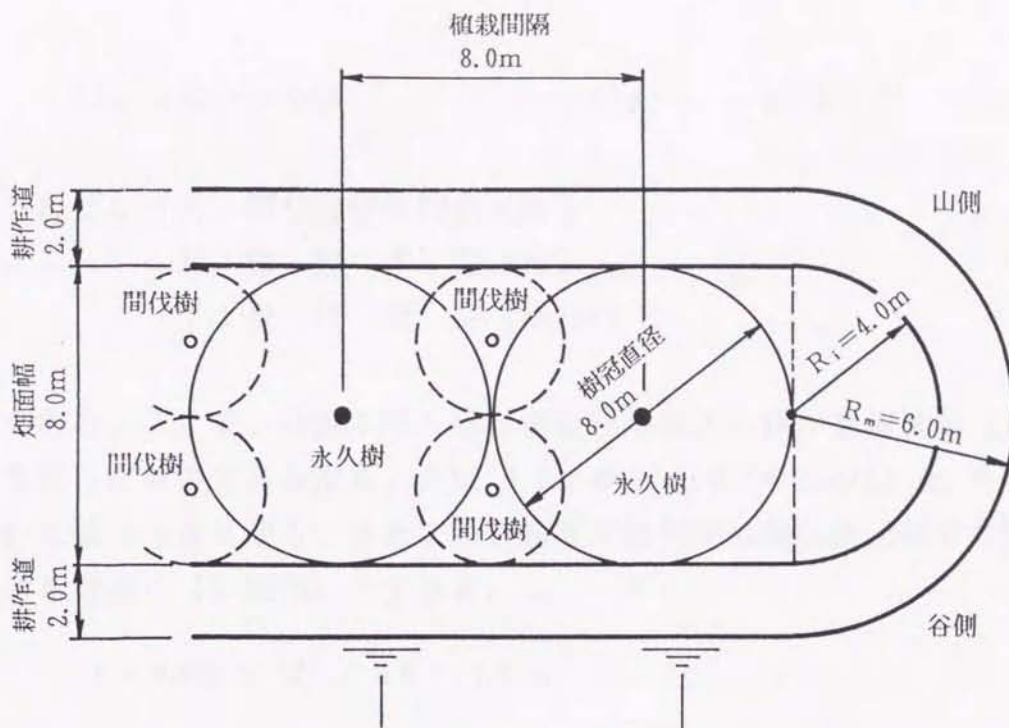


図-7.13 畑面幅と旋回部の形状

(5) 旋回部の拡幅量

旋回部の拡幅量は、第6章の式-6.1により算出すればよい。

式-6.1によれば、外側旋回半径 $R_m$ が一定の場合、車体前面から後輪車軸までの距離 $L$ が大きくなるにつれ、拡幅量 $w.'$ も大きくなる。SS 1,000 $\ell$ 級の場合の $L$ は2.8m(表-6.2参照)であり、軽自動車の $L$ は2.5m(表-7.3参照)である。よって、ここでは $L = 2.8m$ とし、図-7.13より外側旋回半径 $R_m = 6.0m$ として拡幅量 $w.'$ を算出すると、

$$w.' = R_m - \sqrt{R_m^2 - L^2}$$

$$= 6.0 - \sqrt{6.0^2 - 2.8^2} = 0.69 \approx 0.7 \text{ m}$$

となる。この値は、軽自動車に対しても当然満足するものである。

(6) 摺り付け区間

旋回部での横断勾配は、走行するうえで内側に向かって下り勾配にした方がよい。その場合、旋回部山側の耕作道の横断勾配と逆になり、拡幅とともに摺り付ける区間が必要となる。摺り付け区間長は、式-7.1により算出する。

$$l = 0.036 \cdot V^3 / R \quad \dots\dots\dots \text{式-7.1}^{17)}$$

- ただし、 $l$  : 摺り付け区間長 (m)  
 $R$  : 曲線半径 (m)  
 $V$  : 設計速度 (km/hr)

である。ここで、曲線半径  $R$  は外側旋回半径から耕作道幅員の 1/2 を引いたものであるから、 $R$  は 6.0m から 1.0 (=2.0/2) m を引いた値 5.0m となる。また、設計速度  $V$  は勾配の急な旋回部での減速を考慮し 10 km/hr とすると、

$$l = 0.036 \times 10^3 / 5.0 = 7.2 \text{ m}$$

となる。よって、摺り付け区間長は 7.2m とする。

旋回部の諸元を整理すると、図-7.14 に示すとおりである。

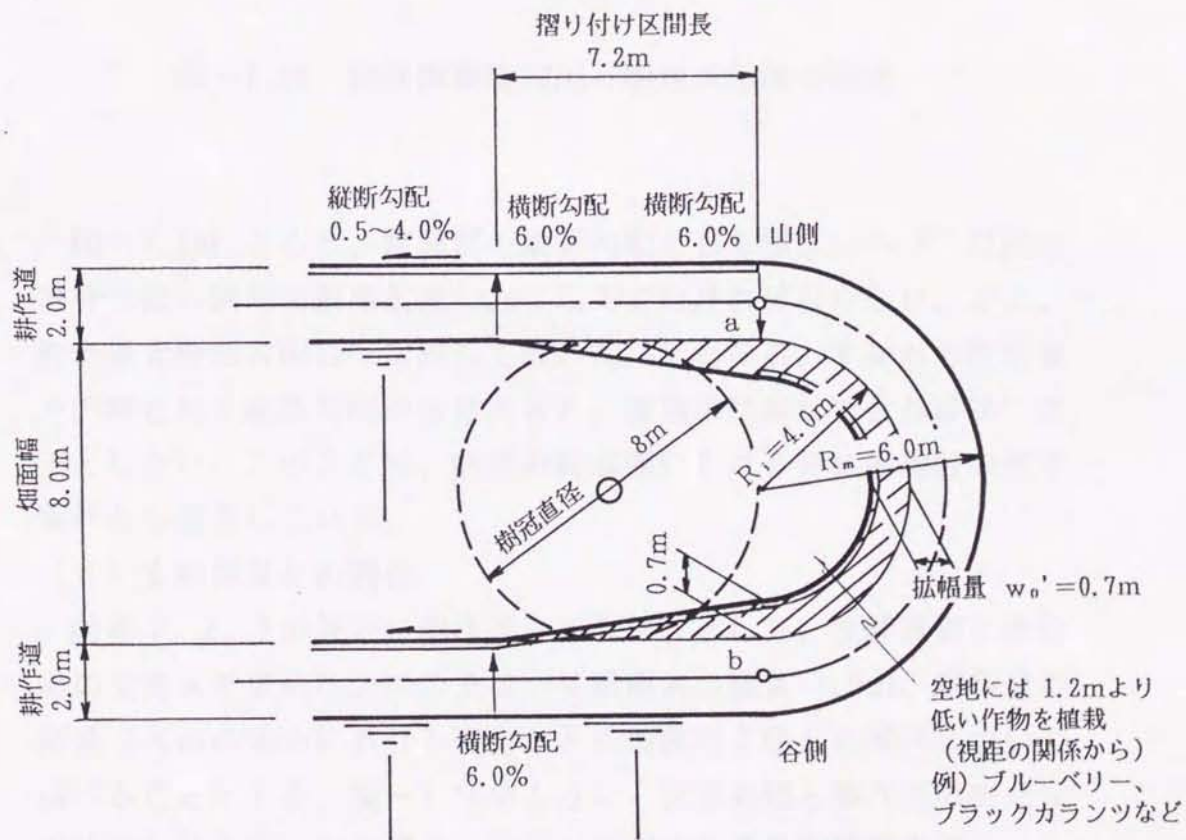


図-7.14 望ましい旋回部の構造諸元

(7) 旋回部縦断勾配と園地原傾斜の関係

旋回部の平面形状が、図-7.14のような場合、旋回部縦断勾配  $i$  と園地原傾斜  $\theta$  との関係は、図中の a~b における円弧長と直線長との比となり、図-7.15に示すとおりとなる。

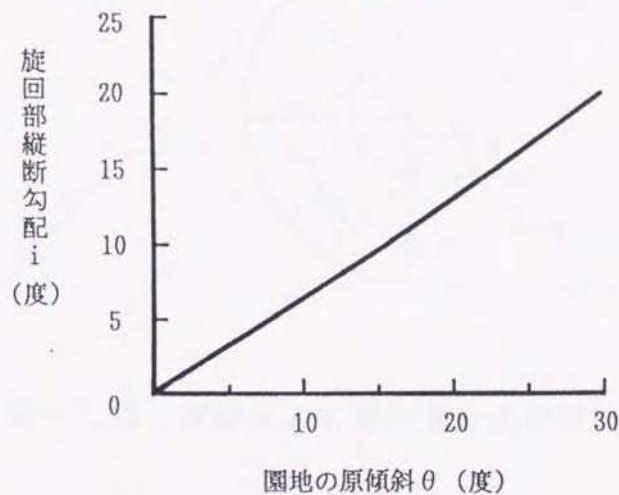


図-7.15 旋回部縦断勾配と園地原傾斜の関係

図-7.15によると、旋回部の縦断勾配として望ましい  $8^\circ$  以内の場合では、園地の原傾斜は  $12.4^\circ$  以下でなければならない。また、許容最大縦断勾配  $15^\circ$  に対しては、 $22.8^\circ$  となる。すなわち旋回部の許容される縦断勾配から考えると、園地の傾斜はできれば  $20^\circ$  以下としたい。このことは、前述の既成園における要整備地区の選定条件とも適合している。

(8) 支線農道との関係

前述 7.2.3 の最後に耕作道との取付けとして、支線農道と耕作道の交角  $\alpha$  を求めた。ここでは、支線農道の幅員 4.0m、耕作道の幅員 2.0m の場合における交角  $\alpha$  と外側旋回半径との関係について述べることにする。図-7.16のように、支線農道と耕作道の交点 a で旋回し始めるとした場合、交角  $\alpha$  に対する最外側旋回半径  $R_{max}$

は、図-7.17に示すとおりとなる。

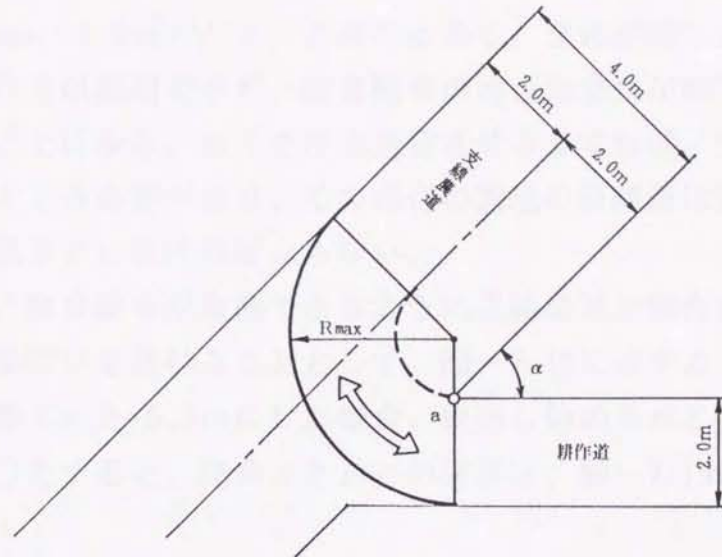


図-7.16 支線農道と耕作道との取付け図

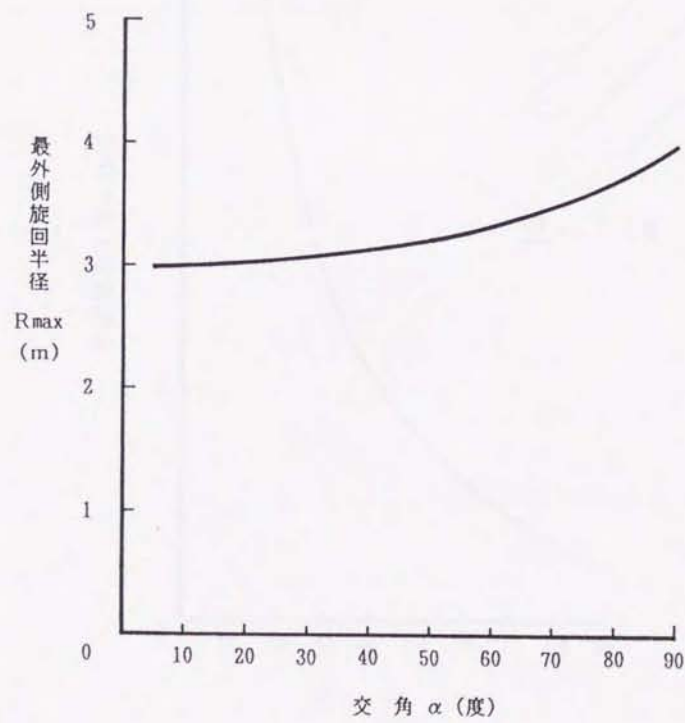


図-7.17 交角  $\alpha$  と最外側旋回半径  $R_{max}$  との関係

図-7.17によると、交角 $\alpha$ が小さくなると最外側回転半径 $R_{max}$ も小さくなり、 $\alpha=50^\circ$ では $R_{max}=3.2m$ となる。また、 $\alpha=90^\circ$ では $R_{max}=4.0m$ となる。このことから、交角が $50^\circ$ より大きくなければSSは旋回できず、軽自動車の場合は交角が $90^\circ$ でも旋回できないことになる。SSだけを走行させるとすれば、交角を $50^\circ$ より大きくする必要があり、その場合の圃地の原傾斜は図-7.10より $14.5^\circ$ 以下としなければならない。

次に、軽自動車が旋回できるように支線農道と耕作道の交点より内側に隅切りを設けることとして、図-7.18に示すように必要外側回転半径 $R_m$ を $5.1m$ にした場合、旋回し始める点と交点aからの距離をDとすると、交角 $\alpha$ とDとの関係は、図-7.19に示すとおりとなる。

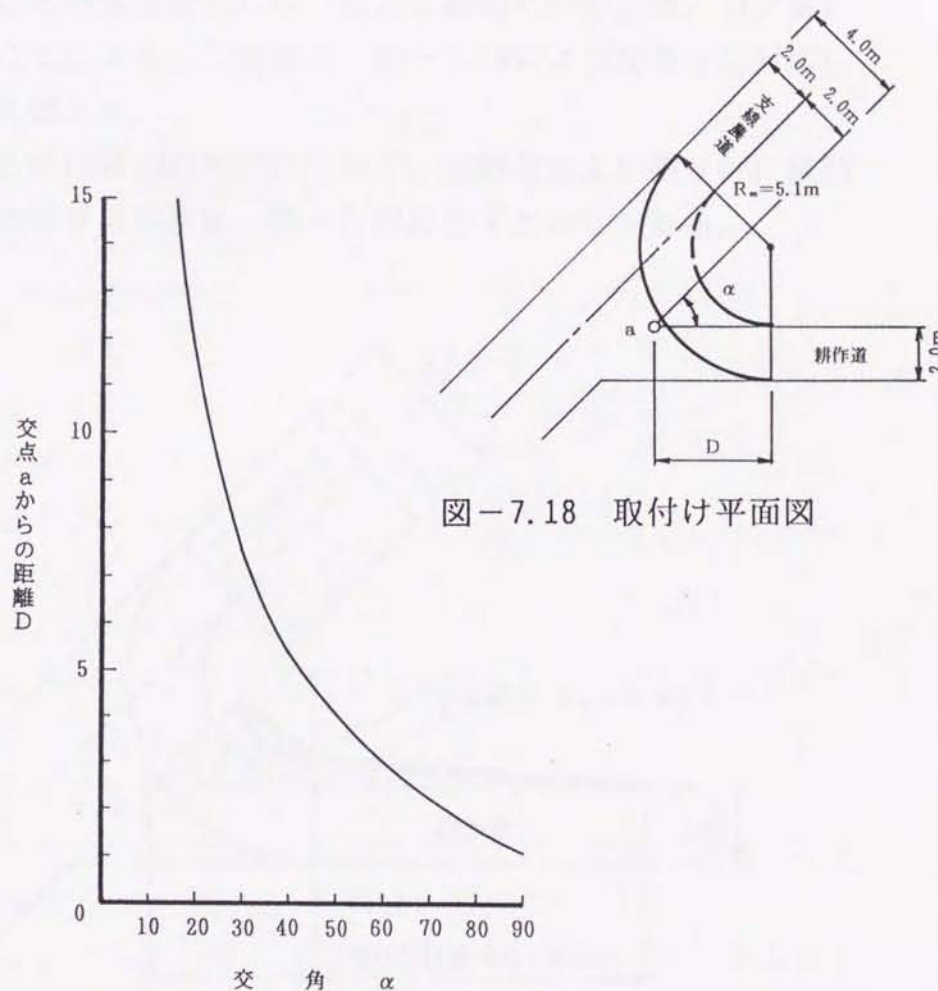


図-7.18 取付け平面図

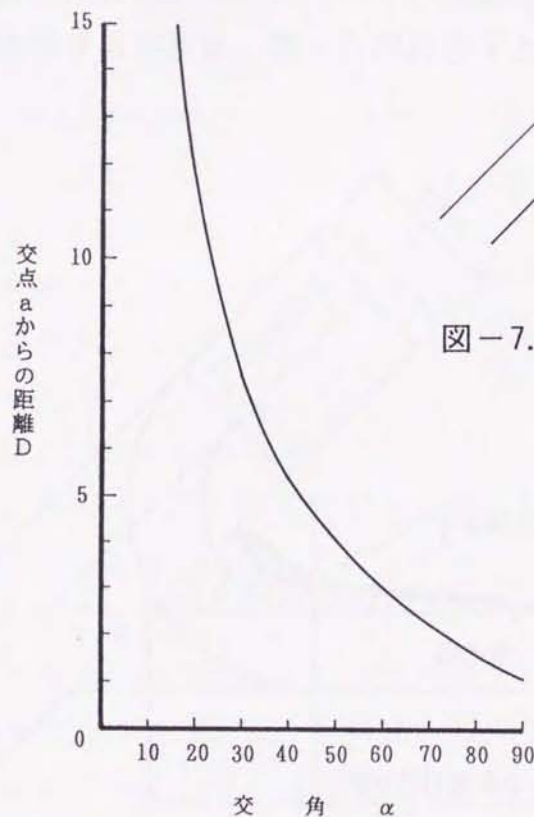


図-7.19 交角 $\alpha$ と交点aからの距離Dとの関係

図-7.19によれば、交角 $\alpha$ が小さくなるほど距離 $D$ は急激に大きな値を示すようになる。例えば、 $\alpha=90^\circ$ の場合は $D=1.10\text{m}$ であり、 $\alpha=50^\circ$ の場合は $D=4.04\text{m}$ 、 $\alpha=10^\circ$ の場合は $D=23.92\text{m}$ にもなる。すなわち、交角 $\alpha$ が小さくなるほど、旋回し始める点と交点 $a$ までの距離 $D$ は長くなる。この距離 $D$ の区間が拡幅を加えて隅切りの範囲となる。

次に、 $R_m = 5.1\text{m}$ 、 $L = 2.5\text{m}$ 、 $R = 4.1\text{m}$ 、 $V = 10\text{ km/hr}$ の場合における拡幅量と摺り付け区間の長さを求めると、

$$w_o' = 5.1 - \sqrt{5.1^2 - 2.5^2} = 0.66 \approx 0.7\text{ m}$$

$$l = 0.036 \times 10^3 / 4.1 = 8.78 \approx 8.8\text{ m}$$

となる。これらの値は変化しないため、隅切りの形状は、 $D$ の値に左右されることになる。 $D$ の値は、図-7.19により交角 $\alpha$ に対応した値を求めればよい。

支線農道と耕作道の取付けについて、拡幅量および摺り付け区間を考慮した隅切りの形状は、図-7.20に示すとおりである。

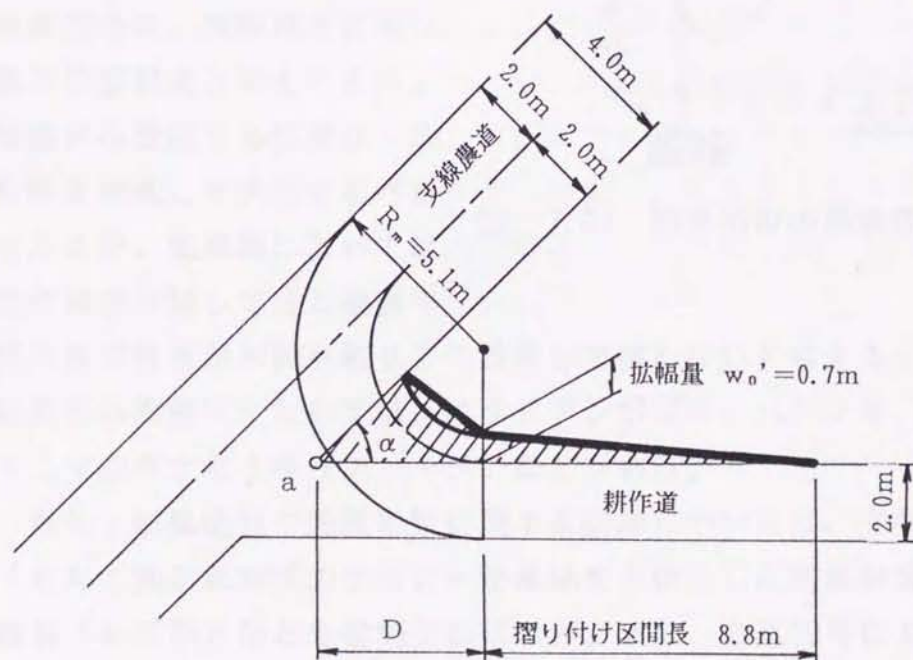


図-7.20 支線農道と耕作道の隅切りの形状



### 7.2.5 その他の土地基盤整備

その他に整備しなければならないものとしては、用水施設や防風施設などがある。平成3年9月28日の台風19号が青森県のりんご栽培始まって以来の大災害をもたらしたのは周知のとおりである。ここでは、防風施設について簡単に触れたいと思う。

防風施設には、防風林や防風ネットなどがある。防風ネットは、防風林に比べると設置面積が少ないため土地利用率が高く、日陰の問題もないが、反面、設置費が高く、強風に対する効果が少なく、一度破損すると放置されているのが現状である。これらの事から、今後、防風施設を設置する上では、土地利用率の点では劣るが、強風に対する効果やその範囲が広いこと、さらに周囲の景観や環境なども配慮すると、半永久的な防風林が適していると考えられる。

防風林の直接的な効果は風速の減殺であるが、二次的効果としては気温の上昇や風食抑制などがある。図-7.21に示すように、防風施設による減風効果は、施設高さに対し、風下20倍程度と考えてよい。防風林の設置する位置は、地形等を考慮して決定すべきであるが、既成園においては長年栽培管理してきた経験を

持つ農家自身から聞き取りして設置して構わないと考える。また、防風林の樹種<sup>19)</sup>としては、イタリアンポプラ、ハンノキ、カラマツ、マツダナヤナギ(アコータ)などがある。

なお、防風施設や防風対策に関する詳細については、文献18)や「りんご園防風対策の手引き—防風林を主体とした防風対策」(青森県りんご課)などを参照すればよい。また、台風19号による被害状況写真については巻末に添付する。

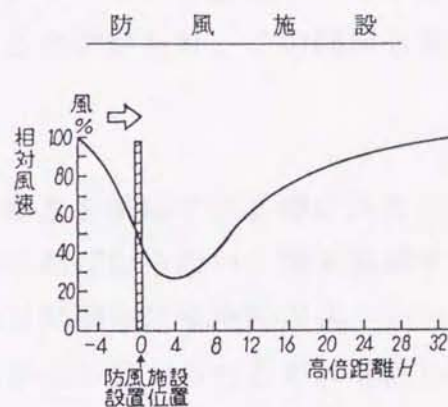


図-7.21 防風施設の減風効果<sup>18)</sup>

### 7.3 既成園における再編整備の流れ

既成園を整備造成する場合、造成した園地にりんご樹を新植するのでは、収穫ができ収益を得るまでの期間、農家は経済的にマイナスとなる。前述の図-7.1によると、わい化ふじの場合で新植から6年、慣行型ふじの場合は13年経過しないと純収益がプラスにならない。農家にとって、2～3年の経済ブランクは死活問題である。この問題を解決しなければ、既成園の整備造成計画は成り立たない。ここでは、経済ブランクを解消するための手段を検討する。

#### 7.3.1 経済ブランク解消に当たって

造成した園地にすぐ収穫ができ収益が得られるようなりんご樹を移植すれば経済ブランクは解消する。しかし、移植後1～2年は果実を全く実らせず、樹勢回復に努める必要があり、この期間も考慮しなければならない。

##### (1) 苗木養成地の確保

まず最初に、造成園地に移植する苗木を養成する必要がある。そのためには養成する土地を確保しなければならない。苗木養成する土地としては、水田や廃園地あるいは開園年代や樹齢が古くかつ傾斜 $20^{\circ}$ 以上の造成対象外のりんご園などが考えられるが、それらの土地は管理しやすくかつ移植する際の搬出路が整備されていることが必要条件である。また、苗木の肥培に一度使用した場所は、再度利用すると苗木の生育が悪いので数年間は使用しないようにする。

また、造成後の園地も、永久樹に支障のない期間は永久樹間の畑面を苗木養成地として確保できる。

##### (2) 代替園地の確保

移植後1～2年は樹勢回復のため収穫できず、その間経済ブランクとなる。それを解消するためには、代替園地を確保するなど別なところで収入を得なければならない。

例えば、代替園地は公共園地として、園地を造成・更新する農家に貸し出すようにする。代替園地での収益は借りた農家を得ること

とし、その収益の中から借地料を支払うようにする。造成・更新した園地で収益が上がったら、代替園地は返却する。返却された代替園地は、また別の園地を造成・更新する農家に貸し出す。これを繰り返し、計画されたすべての園地が造成・更新し終わった時点で、代替園地は売却する。

### (3) その他の経済ブランク解消法

園地を造成・更新する農家が集まり、互助的組織を形成し、経済ブランクとなる期間の経済助成を行う。また、造成園地に永久樹の間の畑面を利用して早期に収益の上がる作物を植える、など。

以上を整理し、計画樹立からの流れを示すと図-22のようになる。

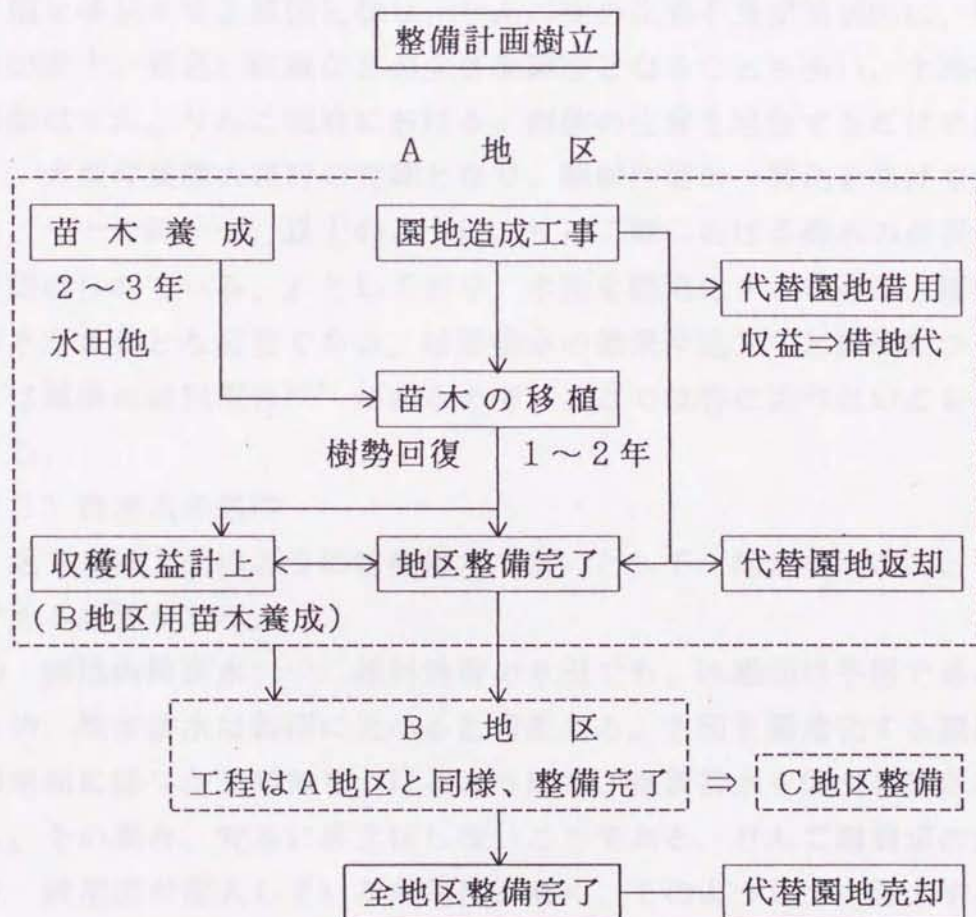


図-22 整備計画樹立からの流れ

### 7.3.2 水田を園地化する際の注意事項

水田を苗木養成地や転換りんご園にする場合に注意しなければならないことは、まず第一に排水である。水田は、比較的水はけの良い傾斜地と違い一般に排水不良地が多く、何の対策もせずにそのまま園地化すると様々な支障が出てくる。

#### (1) 地下水の処理

篠邊<sup>20)</sup>によると、『排水の悪いりんご園では、一般に地下水位が高く、根群域での土中水分が過剰であることが多い。このため土中の気相は液相で圧迫され、気相は小さく液相が大きい。したがって、土中空気中の酸素不足による根部の発育不良が生ずる。また、土中水分が多いため、地温は上昇しにくい。これらのことがりんご樹の生育障害となるだけでなく、モリニヤ病、紋羽病、粗皮病、ダニ類を多発させる原因となり、りんご樹の生育不良が相乗的に、果実の肥大、着色、収量などの大きな障害となることも多い。土地の過湿はまた、りんご栽培における、樹体の生育を阻害するだけでなく、大型作業機の運行の支障となり、機械作業の一貫化を妨げている。……中略……。以上のように、りんご園における排水の必要性が認められている。』としており、水田を園地化する場合は、暗渠排水が是非とも必要である。暗渠排水の効果や施工など詳細については篠邊の研究報告<sup>20)</sup>があるので、ここでは特に述べないこととする。

#### (2) 地表水の処理

地下水は上記のように暗渠排水で良いとして、地表排水のことも考える必要がある。

① 園地内地表水 … 傾斜地帯の水田でも、ほ場面は平坦であるため、地表排水は斜面に比べると当然劣る。水田を園地化する際は、園地面に緩やかな傾斜をつけるようにし、地表排水を促す必要がある。その場合、安易に客土はしないことである。りんご園周辺の土は、紋羽菌が混入している可能性が高く、そのような土を客土することは、わざわざ紋羽病の発生を助長しているようなものだからである。客土をする際は、その点を充分調査した上で行わなければな

らない。水田はりんごにとって処女地であるため、りんごに害のある病原菌がほとんどないと言ってよい。園地面に傾斜を与える場合は、畦畔を取り除き、できるだけ客土はせずに水田内の土を移動させて行うべきである。

② 地区外排水 … 地区外からの排水や浸透水も排除・遮断しなければならない。そのためには、園地の外周に排水路を設ける必要がある。

### (3) りんご園に適した水田の条件

前述のように、排水を考えた場合、水田ならどこでもよいとはいえず、暗渠排水や園地外周排水路の排水が末端で処理できるような排水路が整備されていなければならない。すなわち、平坦地の水田で排水路が整備されていないような所は、りんご園には不适当であり、水田としても問題があると思われる。また、地表排水のための園地面傾斜も考慮すると、傾斜地帯の水田がりんご園には適していると考えられる。

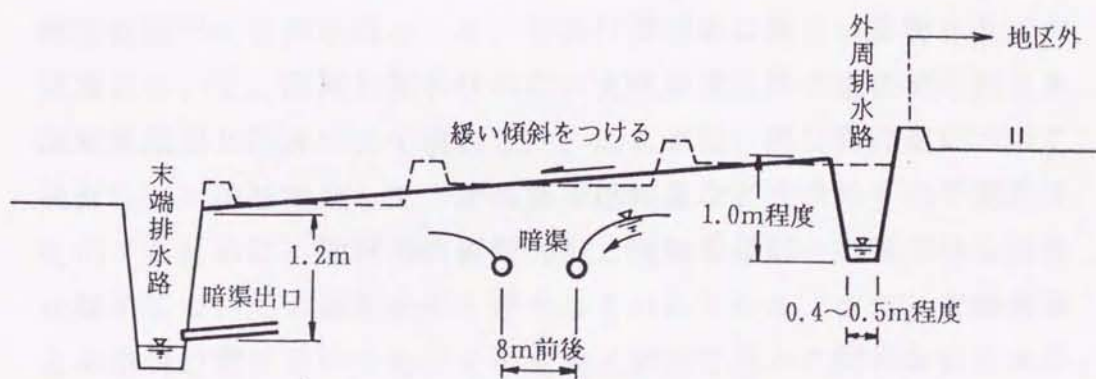


図-7.23 水田を園地化した場合

#### 7.4 ま と め

傾斜地りんご園の土地基盤整備について、この章で述べたことを要約すると以下のとおりである。

まず、既成傾斜園地の整備にあたり、整備の必要な地区を選定する条件を設けた。選定条件は、①開園以来 50 年以上経過している園地であること、②樹齢が 50 年以上であること、③園地の原傾斜度が  $20^\circ$  以下であること、④標高 200m より低いところに立地している園地であること、⑤集落や選果場などの施設と園地までを結ぶ基幹的農道が整備されていること、もしくは園地造成前に整備される見込があること、⑥地元の意向が整備に対し合致していること、以上の 6 項目全てについて該当する園地が整備の対象となる。

次に、整備の対象となった園地について、①造成方式は、原傾斜  $20^\circ$  以下を対象とするため、山成畑工か耕作道型斜面畑工となる。また、津軽地方の所々で見られるカット工法については、植生への影響や切土面の崩壊など今後の検討が必要であることを指摘した。②耕作道の旋回部の形状と関連のある畑面幅について、傾斜地りんご園に最も適する樹形は慣行の疎植・開心形であり、その平均的な樹冠直径 8m を畑面幅とした。③農作業効率に著しい影響を及ぼす農道について、園地と関わりの深い支線農道と耕作道の構造諸元を園地原傾斜と関連づけて検討した。ここでは、特に耕作道について検討し、その結果として、旋回部の拡幅量などを求めその平面形状を示すとともに、旋回部の縦断勾配と園地原傾斜との関係から前述の傾斜についての選定条件と適合しているとした。また、支線農道との取付け部においても、その交角と旋回半径との関係などを求め、隅切りの形状を示した。④その他の土地基盤整備として防風施設について簡単に触れた。

最後に、既成園を整備する流れのなかで経済ブランクを解消する方法を提案した。また、水田を園地化する際の注意事項としては、排水が第一であることを述べた。

## 第8章 結 論

本研究は、傾斜地りんご園の土地基盤整備をするための基礎資料として園地基盤の実態を解明するとともに、将来の土地基盤整備の方向付けとして農家の経済ブランクを考慮し園地の更新・改園の手順について、さらに省力化や安全性に強く影響のある耕作道の構造を中心に検討したものである。

ここで、本論の内容を要約して結論としたい。

第1章では、りんご産業を取り巻く現状として、国際化の波、後継者不足や高齢化など、それらに対応すべく地域活性化も含め、傾斜地りんご園の土地基盤整備の必要性を強調し、本研究の目的とその概要について述べた。

第2章では、基礎資料としてりんご園の実態すなわち開園面積と園地標高との関係について、歴史的な背景を考慮し、りんご園開園年代区分図を基にデータを収集整理し分析した。その主な結果は、

(1) 開園以来約50年以上経過している園地の割合は、調査各市町村とも50%以上であり、老朽化した園地が多い。老朽化した園地は土壌の悪化などにより生産性が低下しているため、園地の更新が必要である。

(2) 開園標高が年代を追って高い方へ推移していった要因としては、病虫害を避けるための台地への開園、りんごが傾斜地においても良品の生産が可能な点、薪や木炭の需要低下による薪炭林のりんご園化、施工機械の発達と農道整備等による高い所への開園などである。今後、これ以上標高の高い所への開園はごく僅かだと思われる。また、低い方へ推移していった要因としては、近年の米の減反政策による転換りんご園が挙げられる。今後、転換りんご園はある程度増加するが、稲作との整合もあり長期的大規模拡大は望めず、

将来の園地標高は少しずつ低下して横ばいの状態になると考えられる。

(3) 標高 200m以上の園地あるいはわい化栽培をしている園地では雪害防止対策を講ずる必要がある。また今後、園地を更新する場合などは、その適地として標高 200m以下をひとつの目安として選定するのがよいと思われる。

第3章では、津軽地方7市町村と南部地方3町のりんご園の傾斜と方向を中心とした地形特性について 1/5,000 地形図からデータを収集し分析した。その主な結果は次のとおりである。

#### (1) 傾斜度について

傾斜 $10^{\circ}$ 以上の占める面積率が高い割合を示している市町村は、黒石市、平賀町および大鰐町であり、62~72%の値である。さらに階段畑にすることが必要とされる傾斜 $15^{\circ}$ 以上の急傾斜地についても36~52%の面積を占めており、収穫・管理作業において作業効率が低いと思われる。

またスピードスプレーヤの使用が困難になる傾斜 $20^{\circ}$ 以上の園地の面積率も平賀町で26%、大鰐町では32%もあり、農作業上の事故等の危険性を伴っているため、注意が必要である。

津軽地方りんご園には、耐水性が極めて小さいしらすが堆積しているところも比較的多く、傾斜が急な園地ほど侵食防止対策が重要な課題となる。

#### (2) 傾斜方向について

八甲田連峰西麓に位置している津軽地方の浪岡町、黒石市、平賀町、および大鰐山地に属する大鰐町では西斜面の面積率が33~48%と最も多い値を示している。また白神山地、岩木山麓に属する弘前市、岩木町、相馬村では東斜面が最も多く、34~52%の面積率を示している。一方、南部地方の三戸町および南部町において、4方向の面積率とも大差のない割合を示している。

しかし、日射量の点で最も有利とされる南斜面は、津軽地方の弘前市で12%、相馬村では14%であり、南部地方の名川町では16%と



4方向中最も少ない割合を示しており、りんご栽培上問題があると思われる。

今後、新規開園する場合には、できるだけ北斜面は避けた方がよいと思われる。また、既成園が北斜面にある場合は、受光量を増やす工夫が必要である。

第4章では、青森県りんご園の面積の約70%が火山灰土壌で占められ、傾斜地帯にはしらすも分布しており、侵食災害を生じる一要因が土の耐水性であることを述べ、その耐水性に注目し、りんご園のしらすのスレーキング試験を行った。その結果は次のとおりである。

#### (1) 攪乱試料において

締固め含水比が約35%以内の場合は、100%崩壊する時間が、約2分以内であり、非常に短い。また、含水比が増加するにつれて崩壊時間が長くなる傾向にある。崩壊タイプは、圧縮された気泡の放出が主な原因と考えられるI型崩壊である。

締固め含水比が約35%付近すなわち最適含水比よりやや湿潤側の場合は、崩壊時間が他に比べ顕著に長い。これは締固め含水比が増加するにつれて空気量が減少し透水性も低下し、土粒子間の結合力が増加したからと考えられる。

締固め含水比が約35%以上の場合は、崩壊時間は短く、崩壊タイプは、水の浸入力が必要な原因と考えられるII型崩壊である。

しらすの崩壊時間は、褐色森林土などと比べると非常に短く、耐水性が小さいことがわかる。

#### (2) 不攪乱試料において

固結状態の場合は、7日間水中に放置してもほとんどスレーキング現象は生じない。

以上の結果から、傾斜の急なしらす地帯りんご園では、耕作道など重要と思われる部分は、切土状態（不攪乱状態）にすることが望ましく、攪乱状態にある盛土部においては侵食防止対策を講ずる必要がある。

第5章では、まず土壤侵食の主体をなす降雨による侵食すなわち水食についてその種類や発生要因及び土壤侵食がりんご樹に及ぼす影響などを述べ、ついで侵食防止対策について一般樹園地の場合としらす地帯傾斜地りんご園の場合について営農的防止法としては、しらすの土性改良や牧草による草生促進などに触れ、特に牧草の草生についてその栽培方法を詳述した。

第6章では、傾斜地りんご園において、耕作道の配置や形状は収穫や栽培管理等の作業効率に著しい影響を及ぼしていることから、耕作道の幅員、縦断勾配、旋回半径等を園地の造成形態とともに原傾斜度ごとに現地調査した。その結果に基づいて現状や問題点を述べると以下のとおりである。

①園地造成形態について、斜面畑の原傾斜は $9^{\circ}$ ～ $30^{\circ}$ であり、かなり急なところまで存在することがわかった。

②幅員について、直線部の幅員は多くの地点で必要幅員を下回っており、旋回部における幅員は階段畑のほとんどの地点で下回っていた。

③旋回部の縦断勾配について、縦断勾配が $8^{\circ}$ 以上の地点が約85%もあり、 $15^{\circ}$ を超える地点も30%以上という割合を示していた。このことは、作業効率が悪いだけでなく、事故を誘発する要素が多いこととなる。しかも路面は裸地状態であり、SSの滑りや路面侵食の危険性もある。

④外側旋回半径と拡幅量について、必要外側半径や拡幅量を満足していない地点が多く、これらの地点ではSSが旋回する際に転倒転落する危険性がある。

また、一本の枝による事故事例を紹介した。そのことも踏まえ、上記の現状問題点に対し、営農的な管理対策として、幅員については耕作道に張り出した枝を剪定することにより必要幅員を確保でき、視界も良好になり安全な走行ができることや、縦断勾配が急な場合は砂利等を敷くか簡易な舗装をするなど必要であり、維持管理上も

有効であるとした。また、現地における耕作者の工夫として、旋回部内側に建築ブロックを敷設していることも紹介した。

第7章では、まず、傾斜地りんご園の土地基盤整備に当たっての選定条件を述べ、ついで造成方式や支線農道と耕作道の構造諸元について述べ、最後に経済ブランクを考慮した整備の流れを述べた。

選定条件としては、①開園以来50年以上経過している園地であること、②樹齢が50年以上であること、③園地の傾斜が $20^{\circ}$ 以下であること、④園地の標高が200m以下であること、⑤基幹的農道が整備されていること、⑥地元の意向が整備に対し合致していること、以上の6項目である。

土地基盤整備としては、①造成方式は、原傾斜 $20^{\circ}$ 以下を対象とし、山成畑工か斜面畑工となる。②耕作道の旋回部の形状と関連のある畑面幅は、慣行の疎植・開心形の平均的樹間直径8mとした。③農作業効率に著しい影響を及ぼす農道について、耕作道を中心にその構造諸元を園地原傾斜と関連づけて検討し、望ましい旋回部の形状を示すとともに支線農道との取り付けについても隅切りの形状を示した。④その他として、防風施設について簡単に述べた。

既成園を整備する流れとして、経済ブランクを考慮し検討した。また、水田園地化の際の注意事項を排水を中心として述べた。

## 謝 辞

本論文をまとめるについて、弘前大学農学部 月館光三教授から、その機会とともに得難い懇切な指導を賜った。また弘前大学農学部 篠邊三郎教授からは、「みちのく農業・農村整備研究会」などを通じて本研究のみならず幅広い農学に関する数々の貴重な教示をいただいた。深く感謝の意を表したい。

そして、岩手大学農学部の藤居宏一助教授には、何度も弘前まで足を運んでもらい、その上、津軽の傾斜地りんご園を直接見ていただき、本研究に関して適切な助言と励ましの言葉を賜った。また、弘前大学農学部の菊池卓郎教授からは、りんご栽培など植物生産に関する有り難い教示をいただいた。山形大学農学部の吉田力教授には、論文の校閲と貴重な助言を賜った。謹んで感謝の意を表したい。

さらに、弘前大学農学部の角野三好講師、弘前大学から岩手大学農学部に移られた藤崎浩幸講師からは、討議を通じて貴重な示唆をいただいた。心より感謝の意を表したい。

また、現地調査や資料整理に際して協力してくれた弘前大学農学部農業造構施設学講座の卒業生ならびに在学生、その他貴重な資料を提供してくれた関係機関各位、本研究を進めるうえでお世話になった多くの方々に感謝の意を表したい。