

1 4.2 区画設計

2 4.2.1 区画の定義及び考え方

ほ場の区画は、農区、ほ区及び耕区に分けられるが、その形状と大きさはそれぞれ相互に関連を有している。また、大区画化によって、耕作上の最小単位である耕区が、ほ区あるいは農区となる場合がある。

3 1 区画の定義

4 ほ場の区画の単位は、農区、ほ区及び耕区とする。それらの関係を図-4.2.1 に示す。

5 (1) 農区

6 農区は、その周辺を農道によって囲まれた区画で、土地利用計画上の単位となるものである。条件
7 が整えば、農区内では同一条件の水管理及び作業管理を行い得るため、経営上及び栽培管理上の単
8 位にもなる。

9 (2) ほ区

10 一つの農区が小排水路によって分けられた場合、それぞれをほ区と称する。このように、ほ区とは
11 その周囲を農道及び水路（小用水路及び小排水路）によって囲まれた区画のことである。ほ区は、稲
12 作における水管理を適切に行い得る最大の区画である。

13 (3) 耕区

14 耕区は、ほ区を畦畔によって細分化した区画である。耕区は耕作上の最小単位であり、効率的な作
15 業管理や適切な用排水管理を行い得るように、その規模が決定される。なお、耕区において、小排水
16 路の直角方向の辺を耕区長辺、平行方向の辺を耕区短辺と定義しており、大区画化によって耕区短
17 辺長が耕区長辺長より長くなる場合についても同様とする。

18 (4) 均平区

19 ほ区の長辺方向に同一標高で整備された区画である。立地などの諸条件が整えば可能な限り均平
20 区を大きくし、最大で農区と同一にすることができる（ほ区均平）。

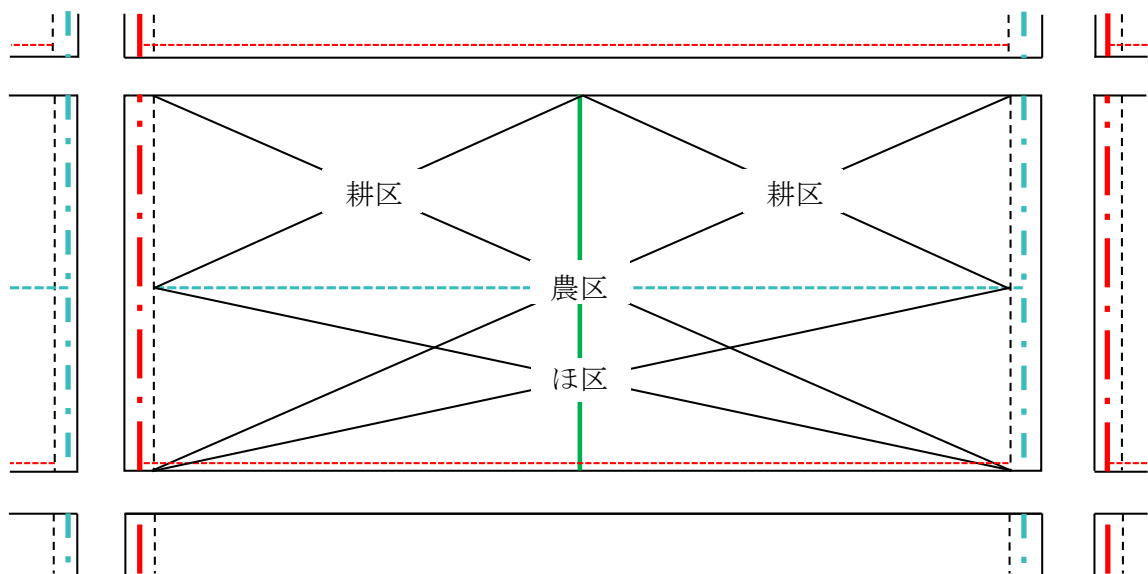
21

22 2 大区画化による区画定義の考え方

23 大区画ほ場においても区画定義は変わらない。耕区は畦畔で囲まれた耕作上の最小単位であるが、
24 ほ区均平によってほ区が1つの耕区となった場合、耕区とほ区が同一となる。

25 また、大規模な再編整備による大区画化によって、ほ場の両側に小用水路と小排水路が整備され、
26 さらに四方に農道も整備される場合は、耕区がほ区となり、農区となる。

27



凡 例

—— 農 道
 - . - 幹支線用水路
 - - - 小用水路

- . - 幹支線排水路
 - - - 小排水路
 ——— 畦 畔

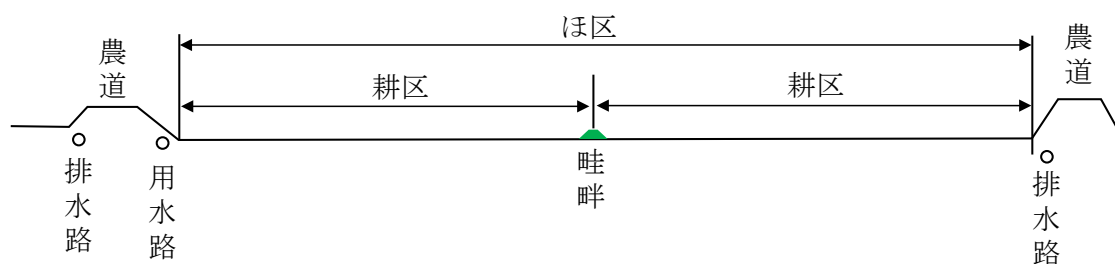


図-4.2.1 農区、ほ区及び耕区の関係のイメージ

【参考】ほ場整備事業における水路の種別

ほ場整備事業において、水路はその規模から次のように大別される。

表-4.2.1 ほ場整備事業における水路の種別

用水路	幹線用水路	河川等から直接取水し地区全体を支配する水路
	支線用水路	幹線から分水され農区等を支配する水路
	小用水路	支線又は幹線から分水され、ほ区及び耕区を支配する水路
排水路	幹線排水路	支線及び小排水路からの排水を河川、海等に流下させる水路
	支線排水路	農区単位の排水を河川及び幹線排水路に流下させる水路
	小排水路	ほ区及び耕区単位の排水を支線及び幹線排水路に流下させる水路
	承水路	地区外の排水を支線及び幹線水路に流下させる水路

3 傾斜区分

本指針では、地形勾配が 1/100 未満を「平坦地」、1/100 以上を「傾斜地」とする。

1 4.2.2 区画・用排水路及び農道の配置

区画、用排水路及び農道の配置に当たっては、絶えず地形や傾斜等に応じた耕区の形状と規模を想定しておかなければならない。また、大区画化の整備方法によって、その配置の考え方は変わる。

2 1 一般事項

3 水田の区画設定に当たっては、地形や傾斜等に応じた標準的な耕区の形状と大きさを想定しながら、原則として用排水路及び農道密度が最小限となるよう配置する必要がある。

5 区画の配置において、用水の取水位置・取水方法・水利慣行・用水不足の状況等は、用水路設計で考慮し、河川の位置・流況・改修の状況等は排水路設計で考慮する。また、農道配置は既設道（国道・都道府県道・市町村道）・改修計画道等を考慮して、それぞれが区画設定に活かせるよう配慮することが重要であり、これら広域の現況と将来計画との関連を十分検討して配置設計を行う必要がある。

9 また、一般的に、ほ場整備は一度実施すると再整備まで数十年を要するため、地域計画構想を踏まえた農地の集積・集約化を検討し、可能な限り大区画化を実施することで、当面は再整備の必要がない状況を確保する。

13 2 大規模な再編整備による大区画化に向けた用排水路、農道配置の考え方

14 (1) 一般的な配置の手順

- 15 ① 等高線に沿って、幹線用水路と幹線排水路（どちらも数十 ha～100ha 程度以上の面積をカバーする水路）を配置する。
- 17 ② 幹線用水路から分岐する支線用水路や支線排水路、及び農道は可能な限り 300 m 以上の間隔で配置することが望ましい。なお、この間隔がほ区の長辺となることから、水利条件や農作業条件等を考慮して決定する（4.2.3「ほ区の形状及び面積」参照）。
- 20 ③ ほ区短辺が可能な限り 100m 以上となるように計画する。主勾配方向の均平となるため、均平時の土工量や法面の高さ等を考慮して決定する（4.2.3「ほ区の形状及び面積」参照）。
- 22 ④ ほ区2つ（農区）ごとに、ほ区长辺に沿って農道を配置する。
- 23 ⑤ なるべく耕区とほ区が同一となるように均平を行うことが望ましいが、地形条件等により、ほ区均平を図ることが困難な場合には、ほ区内に畦畔を設置し2つ以上の均平区に区分けする。また、農家のニーズや経営規模等に応じて、均平区内に畦畔を設置し2つ以上の耕区に区分けする場合もある。この際、畦畔を幅広畦畔にして維持管理を軽減することも必要である。

27 (2) 区画配置における留意点

- 28 ① ほ区及び農区の長辺が、地区の等高線に沿うように区画配置を行う。
- 29 ② ほ場の規模ごとに区域をゾーニングすることで、それぞれの区域に適合した施設整備を行うことができる。
- 31 ② 大区画水田の整備を考えることを基本とするが、農地の集積が進み、大規模経営体が主となる場合などには、更なる大区画水田での整備を検討する。
- 33 ③ 区画の配置、形状、規模の決定に当たっては、まず用排水管理を考慮して固定的施設である用排水路に囲まれるほ区を決め、次にそのほ区をもとにして、地形傾斜、関係農家の経営規模、農地の集積・集約化の状況、農業機械の作業効率等を考慮して耕区の大きさを決める。

- ④ 将来の畦畔除去等による区画拡大が容易となるよう、ほ区や農区を均平化することが望ましい。
また、それらが容易に実施できるような末端用排水路や水口の配置とすることが望ましい。
- (3) 用排水路配置における留意点
- ① 原則として、用排水路は完全分離とし、幹線用水路は高位部に、幹線排水路は低位部に配置する。しかしながら、平坦地においては主傾斜の制約を受けないこともある。ほ区や農区を耕区として設定できる場合は、その区画規模や水理条件により小用排水路を省略し、支線用排水路から給水と排水ができる配置を検討する。(図-4.2.2 参照)

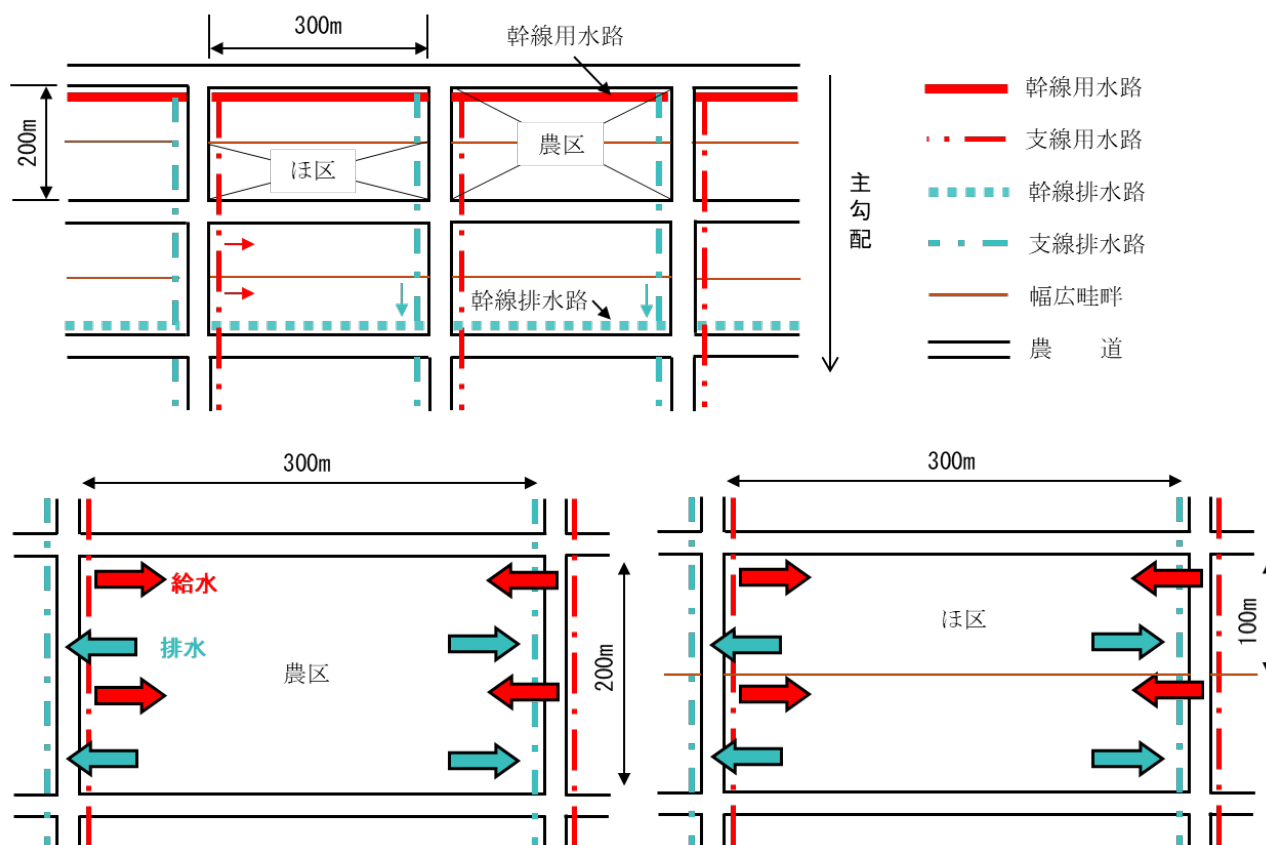


図-4.2.2 大区画化に向けた用排水路、農道の配置例

- ② 耕区の区画規模や耕区の設定により小用排水路が必要となる場合は、支線からの小排水路を道路を挟んで両側に出す型(図-4.2.3 参照)と片側に出す型(図-4.2.4 参照)とに分けられるが、これは地形条件や地域の事情によって決まる。

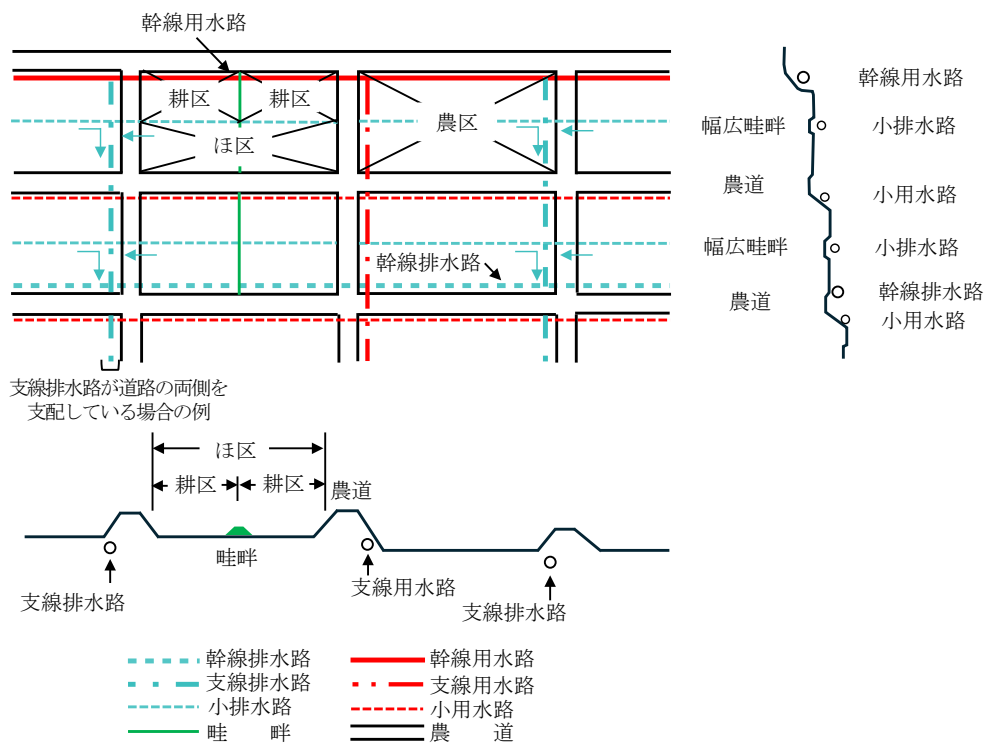


図-4.2.3 用排水路の配置例
(支線排水路が道路の両側を支配する型)

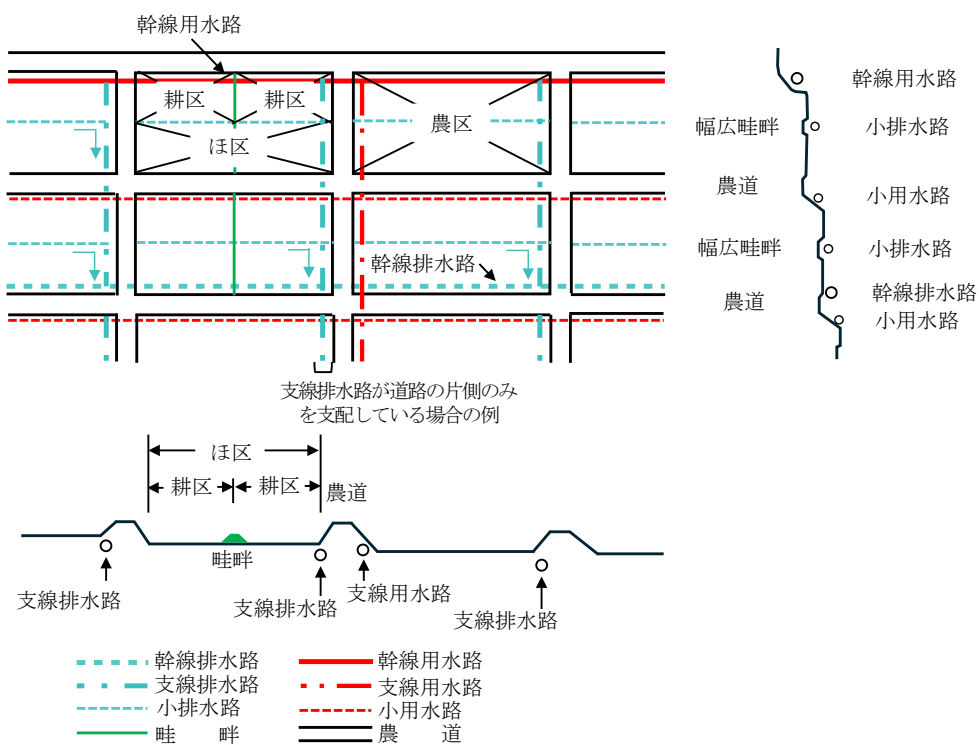
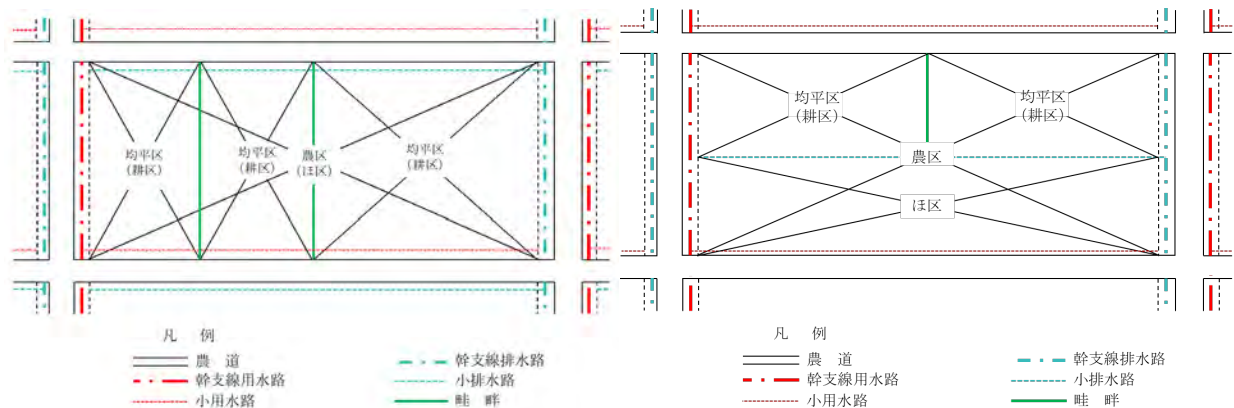


図-4.2.4 用排水路の配置例
(支線排水路が道路の片側のみから排水をする型)

- ③ 小用排水路を設置する場合は、ほ区の長辺に沿って配置する。また、支線用排水路は、ほ区の短辺に沿って配置し、幹線とその小用排水路とを無駄なく連絡させるように配置する。
- ④ 地区内に河川がある場合の幹線排水路の配置については、河川改修の有無・排水系統・合流工の位置等について関係機関と協議し決定する。
- ⑤ 小排水路を設置する場合、維持管理作業の省力化や安全面（転落防止・熱中症対策等）の観点から暗渠化することを基本とする。一つの農区の端（道路沿い）に配置する方法と農区の中央に小排水路を配置する方法があるが、維持管理上は前者の方が望ましい（図-4.2.5 参照）。



(a)農区の端に小排水路を配置する方法

(b)農区の中央に小排水路を配置する方法

図-4.2.5 小排水路の配置方法

- ⑥ ほ場の地表排水と地下排水を系統分離し、地下排水は暗渠排水を介して支線排水路に流下させ、小排水路を地表水排除に専用化したい場合は、小排水路を従来よりも小断面かつ浅い位置に建設できる。また、支線用水路からほ場への直接給水を可能とすることで、小用水路の一部を省略できる場合がある。さらに、地表排水を支線排水路に直接流下させることで、小排水路を省略できる場合がある。これらにより、工事費の縮減及び維持管理労力の軽減を図ることができる。

(4) 農道配置における留意点

- ① 効率的な農作業が可能となるよう、農道（通作道）は耕区の一辺に沿わせなければならない。
- ② 用水管理の効率化のため、原則として農道は幹支線用排水路及び小用水路に沿って配置する。
- ③ 地区全体の農道網は、上位道路（国道・都道府県道・市町村道等）の位置によって左右されることから、上位道路網の現況改修計画等を十分調査し整合性のある配置とする。

用排水路が分離され、30a の標準区画以上に整備された地域は、既に地形に応じた幹線用水路や幹線排水路が整備され、それに付随して支線用水路や支線排水路、農道が備わっている。畔抜き工法により大区画化を進める場合には、これらの施設を活用しつつ、将来的な営農を見据えた整備を行う必要がある。

① 基本的に既設の幹線用水路、幹線排水路及び支線用水路、支線排水路を活用する。老朽化している場合は必要に応じて改修する。

② 区画の拡大に伴い支線用水路からほ場への直接給水が可能となれば、小用水路の一部を削減できる場合がある。また、地表排水を支線排水路に直接流下させることが可能であれば、小排水路を削減できる場合がある。これらにより、維持管理労力の軽減を図ることができる。

ほ区の形状は、用排水管理、農作業の効率化等のため長方形を基本とする。また、その寸法（長・短辺長）は、主として用排水操作等の水利条件によって決定する。

ほ区の形状は、用排水管理、農作業の効率化等のため長方形を基本とし、その寸法（長・短辺長）は主として用排水操作等の水利条件によって決定する。また、ほ区の配置は、地形等立地条件を考慮して決定しなければならない。さらに、地区の縁辺部や現況の用排水路、河川等の線形を活かす場合には、長方形以外の区画が形成されるため、農作業等に支障が生じないように区画配置を検討する。

ほ区は、農業機械の作業効率を高めるために同一標高での均平（ほ区均平）を基本とし、それが困難な場合には可能な限り隣接する耕区同士を同一標高で均平（均平区）する。これにより、将来畦畔を除去することで、ほ区を機械作業及び用排水管理の基本単位とすることができる（図-4.2.6 参照）。このため、ほ区を基本区画としてその配置及び大きさを決定し、用排水路及び農道をそれに合わせて計画するとよい。また、過去に 30a 程度に区画整備された地区で再整備する場合は、既設農道等の利用可能性、経済性等を考慮し、従前のほ区又は農区単位での効率的な区画の拡大を検討する。

① ほ区均平のために要する切盛土工量及び運土距離

② 地形の傾斜による用排水路及び農道の勾配・断面、並びにつぶれ地法面の高さ・勾配・面積

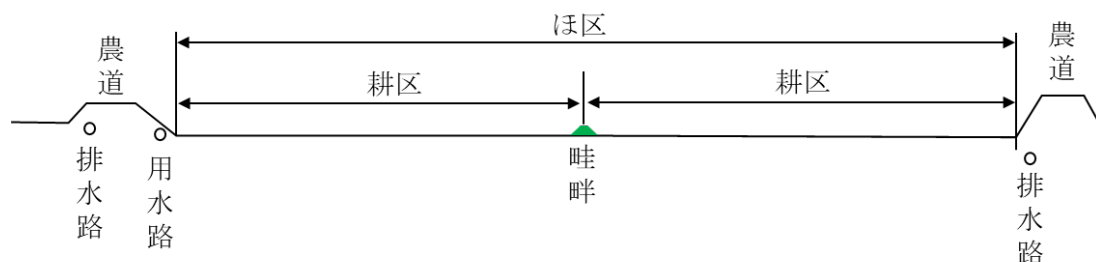


図-4.2.6 ほ区均平の考え方

2 ほ区の形状及び面積

(1) 大規模な再編整備による大区画化の場合

ほ区の長辺を決める要因は、ほ区の短辺に沿う支線用排水路の間隔であり、この間隔は300～600mとすることが望ましい（600mは農区内に小用排水路を設置した場合）。なお、小用水路を管水路とすることで、通水量を増大させ長辺をより長くとることができると考えられる。

ほ区の短辺を決定する要因は、主に田面の用排水操作であり、一般にかん水よりも田面排水の難易によって決まると考えてよい。田面排水の難易は、支線排水路からの距離、土性、地下水位、暗渠排水の有無、田面均平度等によって異なるが、ほ区の短辺の限界は、片側排水の場合100～150m、両側排水の場合200～300mとするのが適当である。

なお、防除作業に使用する動力散布機のタンク容量、田植機に一度に積載できる苗箱枚数、コンバインのグレーンタンクの積載量は作業に与える影響が大きいが、今後の農業機械の進歩を考慮すると、許容長さは用排水操作上の便を主たる要因として考えた方が妥当である。

以上により、水路間隔から導かれるほ区の望ましい形状は100m×300m（3ha）～300m×600m（18ha）となる。我が国ではこれまでに、都府県では100m×300m、北海道では170m×520m等のほ区が採用されている。

(2) 畦抜き工法又は小排水路の移設による大区画化の場合

畦抜き工法による場合は、ほ区の長辺・短辺は整備前から原則変わらない。小排水路をほ区両端に移設し、等高線方向に区画を拡大する場合には、ほ区と農区が同一となり短辺は伸びる。

4.2.4 耕区の形状及び面積

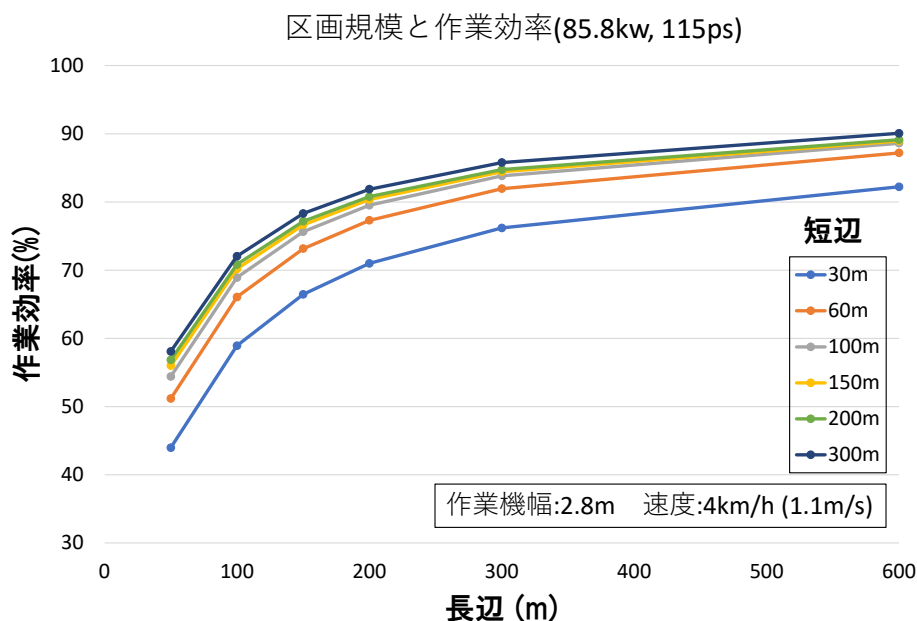
耕区の形状・規模は、地区における立地条件、農作業条件、水利条件、社会経済条件等を検討の上決定する。

1 一般事項

耕区の形状・規模の決定に当たっての基本的な検討事項は、次のとおりである。

- ① 地形、傾斜、気象等の立地条件
- ② 農業機械の作業性等の農作業条件
- ③ 用排水操作等の水利条件
- ④ 経営規模、スマート農業の導入計画等の社会経済条件

農業機械（トラクタ、田植機、防除作業機、コンバイン）の作業性は、ほ場の規模や形状に影響され、耕区の規模が大きいほど、また、長短辺比が大きいほど作業効率（総作業時間における正味作業時間の割合）は向上する傾向にある。このため、ほ場内における実作業時間を削減するには、トラクタ等の作業方向となる耕区長辺長をできるだけ長くすることが望ましい（図-4.2.7 参照）。したがって、区画規模の検討に当たっては、区画の長辺長が長くなるよう、耕区の大区画化を検討する必要がある。



※農業機械の作業方向を長辺とする

図-4.2.7 耕起作業における長短辺比と作業効率の関係

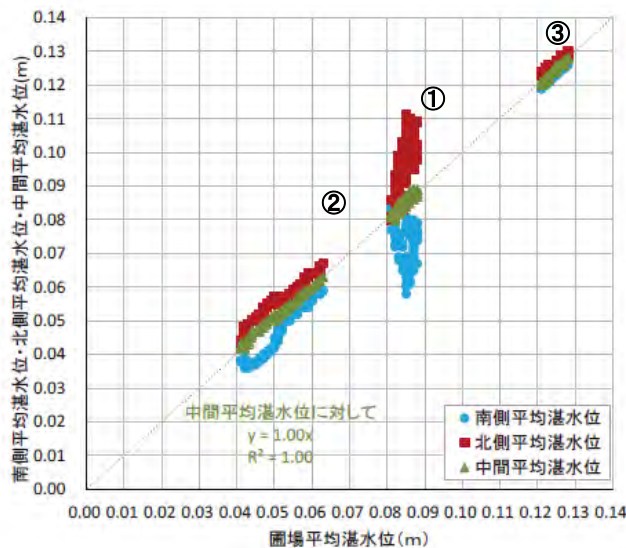
2 耕区の大区画化に関する留意事項等

平坦地で地域の立地条件に制約がなく、農地の集積・集約化が進み規模拡大が可能な場合に、1ha以上の大区画として整備する。また、農地の集積・集約化が更に進んだ場合は、より一層の生産コスト削減ならびに一人当たりの経営規模拡大を実現するため、畦畔除去などの再整備を含む、更なる大区画化を検討する。なお、大区画化に伴い落水口への距離が延びるため、余剰水に対する暗渠排水の必要性が高まることや枕地での練り返しによる排水不良を防ぐ農道ターン方式の導入（4.4.3 附帯構造物参照）等も検討する。

(1) 立地条件

- ① 強風の吹く地域では区画が大きくなるほど風の影響により風上と風下の田面水位差が生じ、作業に支障を来すことや、浮き苗の発生等生育への影響が懸念されるため、風による吹き寄せの影響を受ける可能性がある。防風設備の必要性や風向きと同じ方向に極端に長いほ区とならないような区画設定等にも留意する。

（参考）大区画ほ場（長辺 260×短辺 88m、面積 2.3ha）における風速 10m 程度の風浪の影響を調査したところ、稲の草丈が 20cm 未満では平均湛水深に対し最大 2.3cm の差が生じるが、稲の草丈が 20cm 以上になるとその影響が小さくなった事例がある（図-4.2.8 参照）。



	① 6月12日	② 7月3日	③ 7月31日
イネの草丈	20cm未満	20cm以上 30cm未満	30cm以上
平均風速	5.0m/s	6.7m/s	3.6m/s
最大風速	9.8m/s	11.4m/s	8.1m/s
最小風速	0.7m/s	1.2m/s	0.1m/s
最頻風向	南西	南南西	南

図-4.2.8 ほ場平均湛水位と地点ごとの平均湛水位

- ② 更なる大区画として整備する場合は、ほ区又は農区を1枚の耕区とする整備を基本とし、再区画整備の場合は、既設道路や用排水路施設を利用した「畦抜き工法」「小排水路を移設して区画を拡大する工法」による整備を検討する。
- ③ 地形勾配によって再区画整備やほ区均平後の法高は大きく異なり、傾斜が大きくなると等差級数的に法高が増加する（図-4.2.9 参照）。ほ区均平の長辺が 600m の場合、傾斜 1/500（平坦地）では法高は 60cm の増加であるが、1/50（傾斜地）では法高が 6m 増加する。そのため、大区画化後の法面管理のことも考慮して耕区の設定やほ区均平を行う必要がある。
- ④ 同様に地形勾配によって再区画整備やほ区均平時の運土量は大きく異なり、傾斜が大きくなるほど運土量が増加する（図-4.2.10 参照）。ほ区均平の長辺が 600m の場合、傾斜 1/500

(平坦地) では運土量が 1.8 万 m³ 発生するが、1/50 (傾斜地) では 18 万 m³ 発生する。そのため、大区画化の際の造成コストのことも考慮して耕区の設定やほ区均平を行う必要がある。

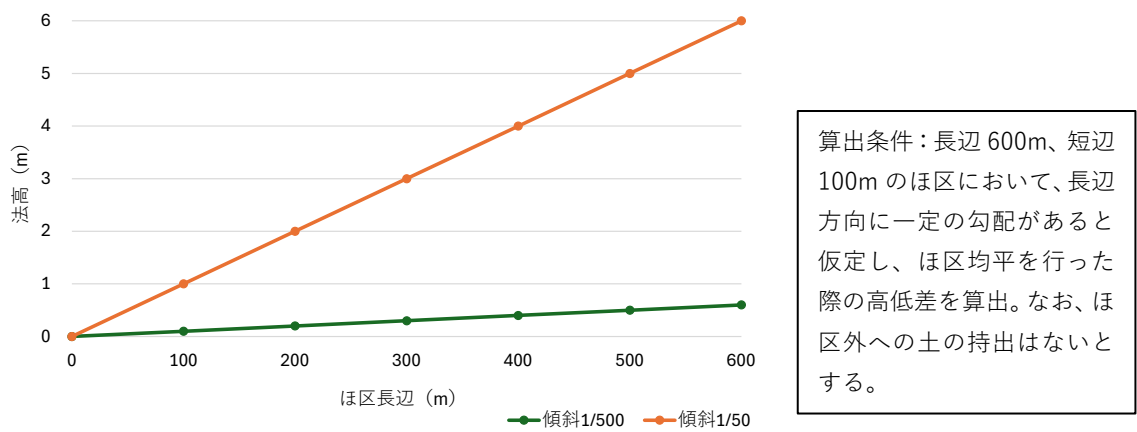


図-4.2.9 傾斜度とほ区均平後の法高の関係

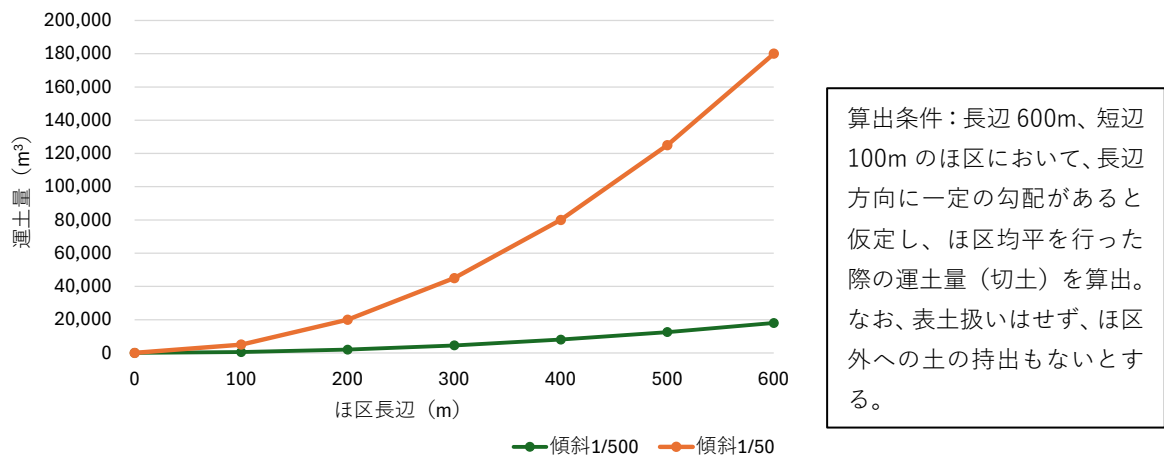


図-4.2.10 傾斜度とほ区均平時の運土量の関係

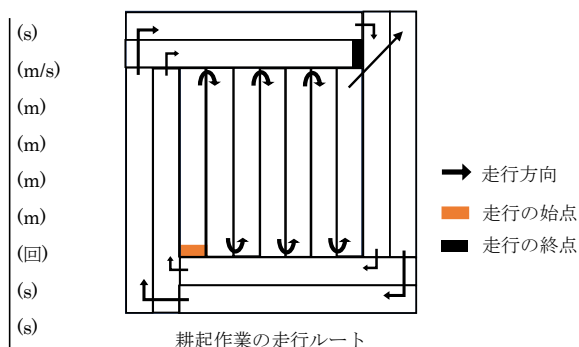
(2) 農作業条件

- ① 大規模経営体の場合、生産コストの削減及び作業効率向上のため、将来的な大型農業機械の導入を想定した区画規模の拡大（更なる大区画化）を検討することが望ましい。また、区画拡大後は、作業効率の向上を図るため、区画規模に適した大型農業機械の導入を検討する必要がある。
- ② 区画形状や使用する農業機械、作業内容によって機械の作業効率は異なるため、栽培方法や栽培作物、使用する機械を考慮して作業効率が最大化するように区画の長辺と短辺を決める必要がある。なお、作業効率は、実作業時間に占める理論作業時間の割合で算出する（理論作業時間を実作業時間で除する）こととする。実作業時間は式（4.2.1）によって、ほ場内におけるすべての作業時間を合計して算出する。また、理論作業時間は、実作業時間から巡回や枕地作業、資材の補給時間といったロス時間を省いた作業時間をいう。

$$T = \underbrace{\frac{y-2z}{v}}_{\text{1往時間}} \underbrace{\left\lceil \frac{x-2wn}{w} \right\rceil}_{\text{往復回数}} + \underbrace{\frac{2n(x+y-2z)}{v}}_{\text{枕地作業時間}} + \underbrace{\left(\left\lceil \frac{x-2wn}{w} \right\rceil - 1 \right) t_1}_{\text{内周巡回時間}} + \underbrace{4nt_2}_{\text{枕地巡回時間}} \quad (4.2.1)$$

内作業時間

T	ほ場内作業時間
v	作業速度
w	有効作業幅
x	ほ場短辺
y	ほ場長辺
z	車体及び作業機の全長
n	枕地(外周)の工程数
t ₁	往復作業時の巡回時間
t ₂	枕地(外周)作業時の巡回時間



- ③ 耕起作業における機械別の作業効率は、機械の出力の大きさに関わらず、長辺（作業方向）が長くなることで作業効率は向上する（図-4.2.11 参照）。また、短辺方向が長くなっても、特に小さい出力のトラクタでは短辺 60m までは作業効率が向上するが、それ以上では大きく向上はしない。大きい出力のトラクタでは短辺 150m までは作業効率が向上する。

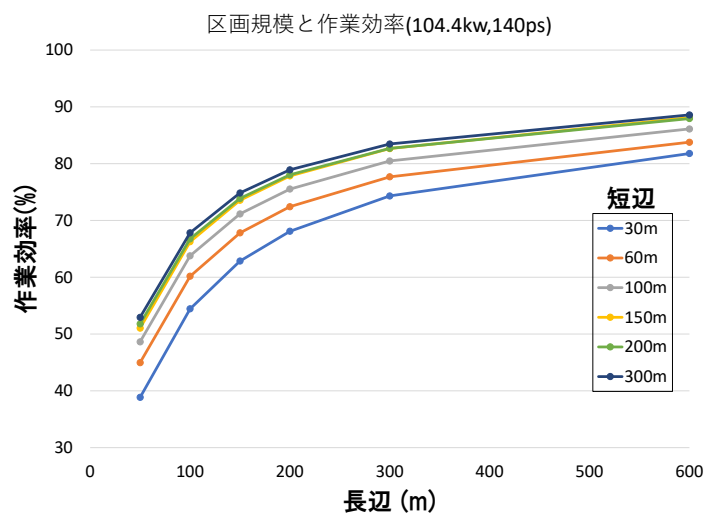
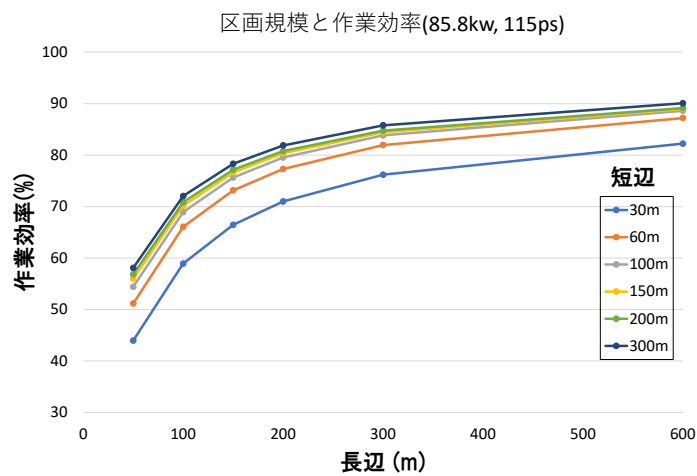
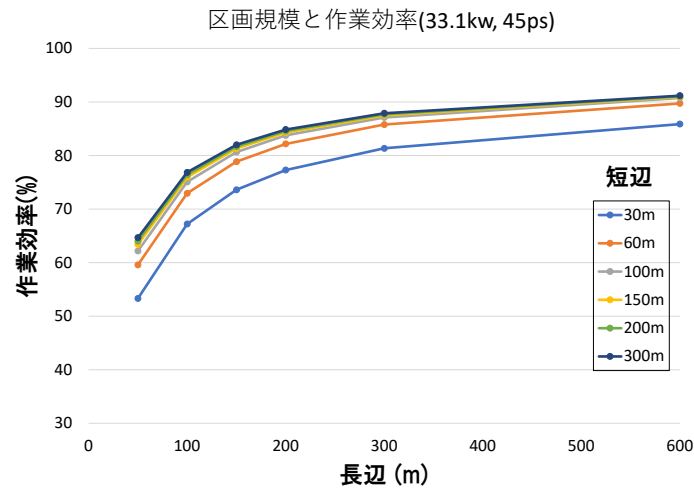


図-4.2.11 耕起作業における機械別の作業効率

※農研機構農村工学研究部門による試算

- ④ 田植え作業における機械別の作業効率は、実作業量の算定式(4.2.1)に苗の補給時間や株間、植付け本数による苗の消費量を考慮して求める。田植えでは苗の補給作業が生じるため他の作業に比べて全体的に低くなる。長辺（作業方向）が長くなることで作業効率は上昇傾向に

あるが、長辺が 200m（本算出条件では最大 205m まで往復可能）を超えると予め苗のせ台にセットした苗では足りなくなり、田植え機を停止して予備の苗のせ台から苗を補給する必要が生じるため、作業効率は低下する。また、長辺が 150m 以上では往復ごとに苗を補給する必要があるため、長辺 100m よりも作業効率が下がる場合がある。なお、株間や苗の植付け本数を調整することで、作業効率低下の閾値は変化する。加えて、苗の補給がほ場の両側で可能（往復しないで補給可能）な場合は、長辺が 400m 程度まで作業効率が向上する。短辺は 30m から 100m までは顕著に作業効率は向上する。

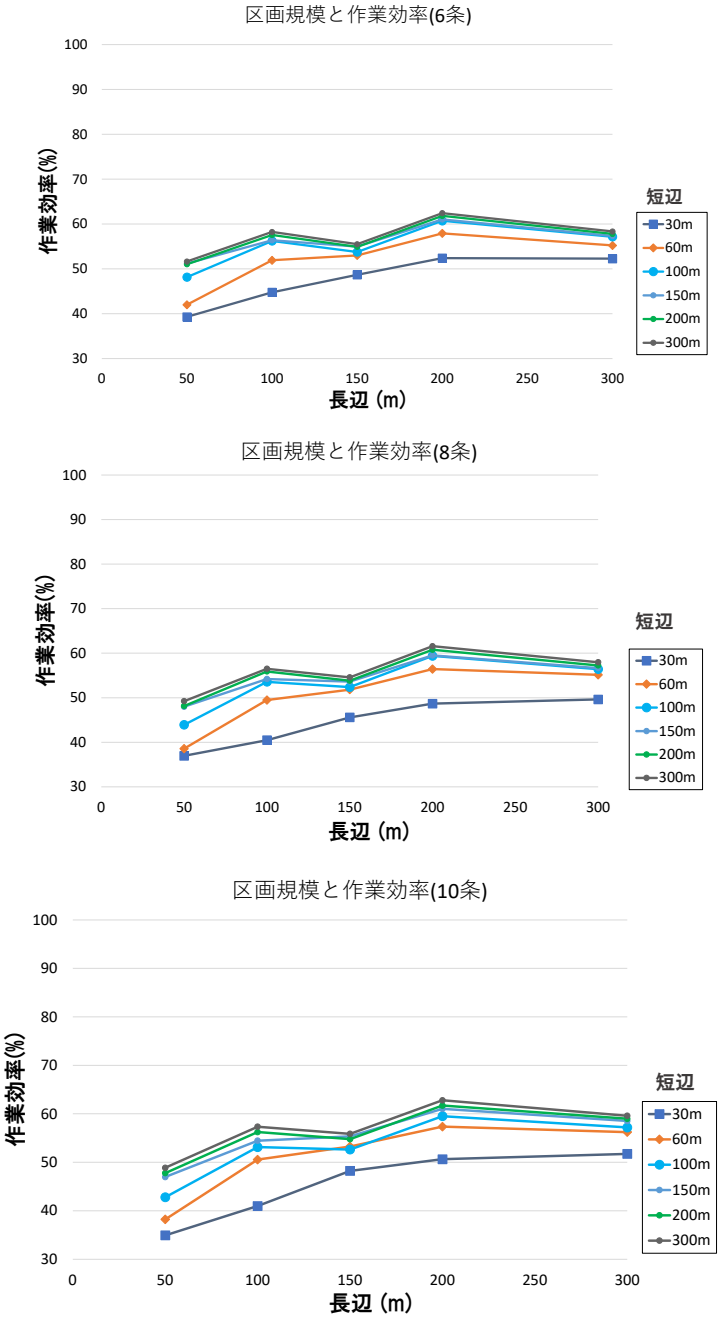
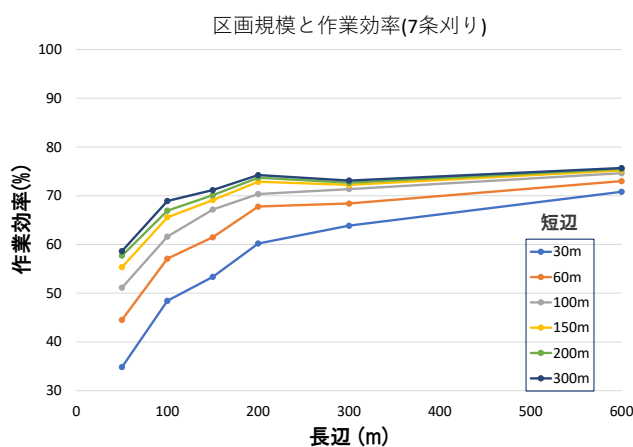
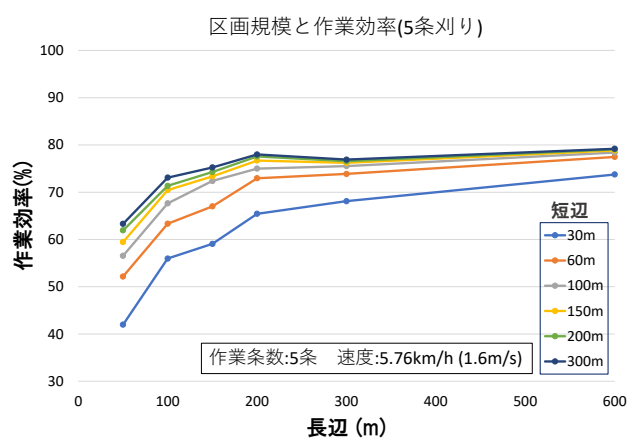
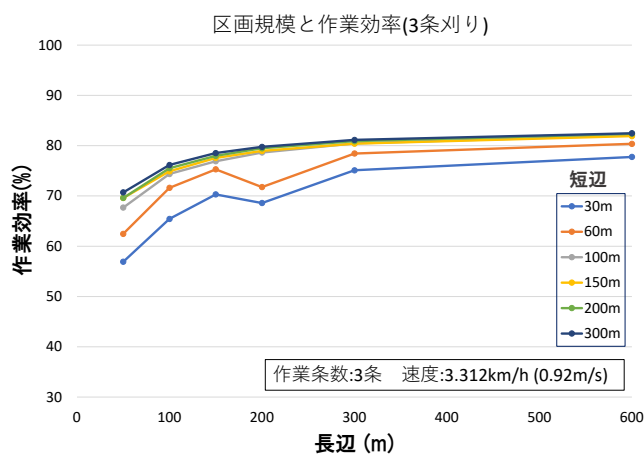


図-4. 2. 12 田植え作業における機械別の作業効率
※農研機構農村工学研究部門による試算

- ⑤ 収穫作業の機械別の作業効率は、実作業量の算定式（4.2.1）に排糞時間やタンク容量を考慮して求める。収穫では糞の排出作業が生じるため他の作業に比べて全体的に低くなる。長辺（作業方向）が長くなることで作業効率は向上するが、長辺が 300m 以上になるとタンクが満載になり糞の排出時間の割合が多くなるため 5 条刈り以上で作業効率は低下傾向になる。また、短辺は 30m から 100m までは顕著に作業効率は向上する。

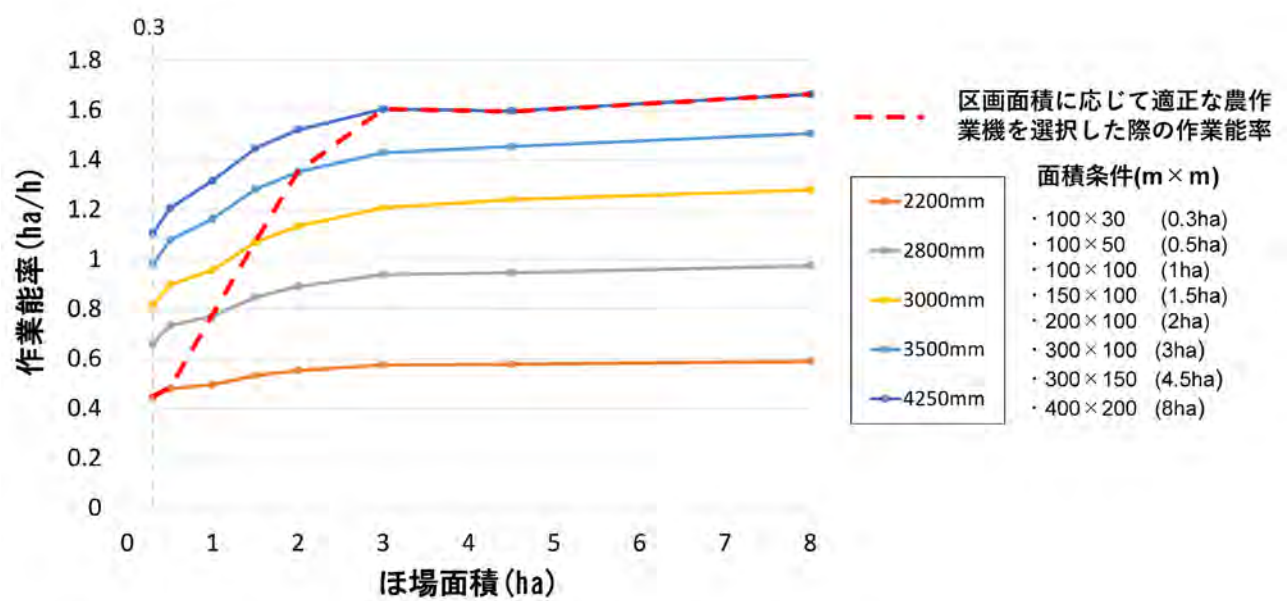


算出条件:収量を 540 kg /10a とし、生糞重と玄米重の比率を 0.8 とし
て生糞重を算出

図-4.2.13 収穫作業における機械別の作業効率

※農研機構農村工学研究部門による試算

⑥ 大区画化とそれに伴う農業機械の大型化の効果をみるため作業能率を求めた。作業能率とは、単位時間あたりに作業を行うことができる面積であり、式(4.2.1)で求めた実作業時間(h)を用いて、区画の大きさや形状、使用する農業機械別に算出した。耕起作業では、0.3ha 区画から 3ha 区画に拡大するとともに面積規模に適した性能を有する農業機械を導入することで、作業能率は 3.6 倍に向上する。



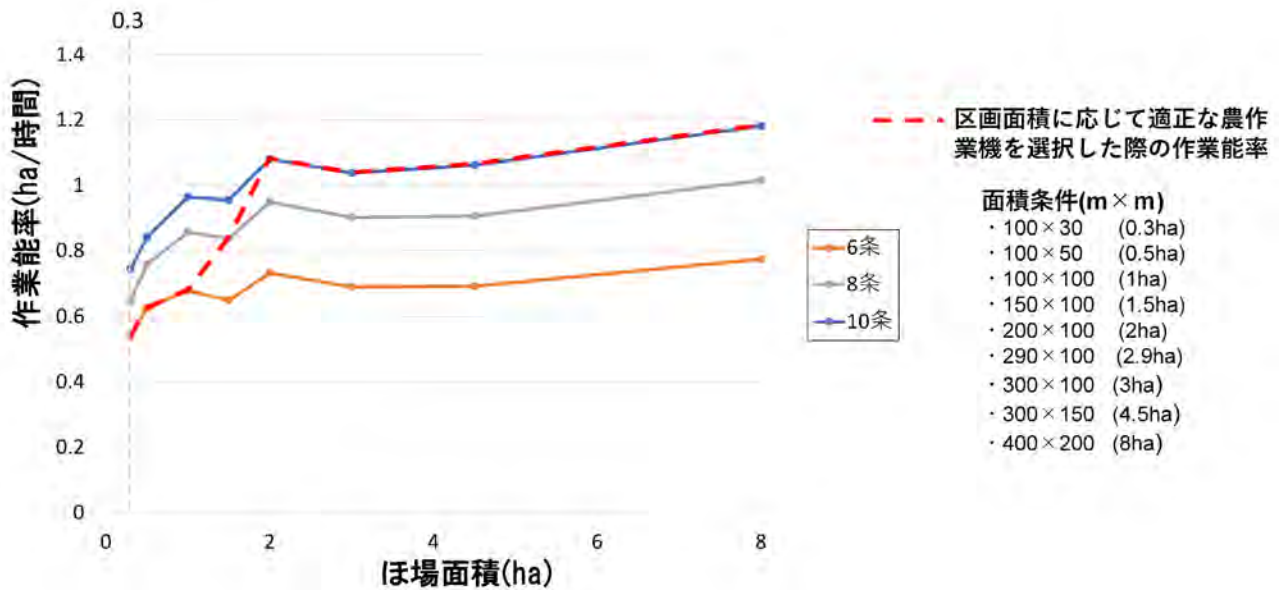
耕耘機の選定条件

耕運機作業幅 (mm)	2200	2800	3000	3500	4250
適用トラクタ (ps)	45～75	100～140	100～160	100～160	180～340
作業機全長 (mm)	1245	1405	1370	1370	1800
作業速度 (km/h)	3.0	4.0	5.0	5.0	4.6
重量(kg)	513	945	1086	1180	3000

図-4. 2. 14 耕起作業における作業能率

※農研機構農村工学研究部門による試算

⑦ 田植え作業における作業能率を区画の大きさや形状、使用する農業機械別に示す(図-4.2.15 参照)。田植え作業では、0.3ha 区画から 2ha 区画に拡大するとともに面積規模に適した性能を有する農業機械を導入することで、作業能率は 2.0 倍に向上するが、他の作業に比べて上昇率は低い。また、株間や植付け本数等の算出条件によって 2ha 以上になると作業能率は低下するが、株間等の栽培条件は地域によっても異なることから、作業能率低下の閾値は変化する。なお、田植え作業は苗の補給などにより作業効率が低いため、区画拡大による効果は大きくないが、乾田直播栽培といった苗の補給が不要な栽培方法を導入することで作業能率の大幅な上昇が期待できる(【参考】大区画における作業能率を向上させる栽培方法及び農作業機(乾田直播)参照)。



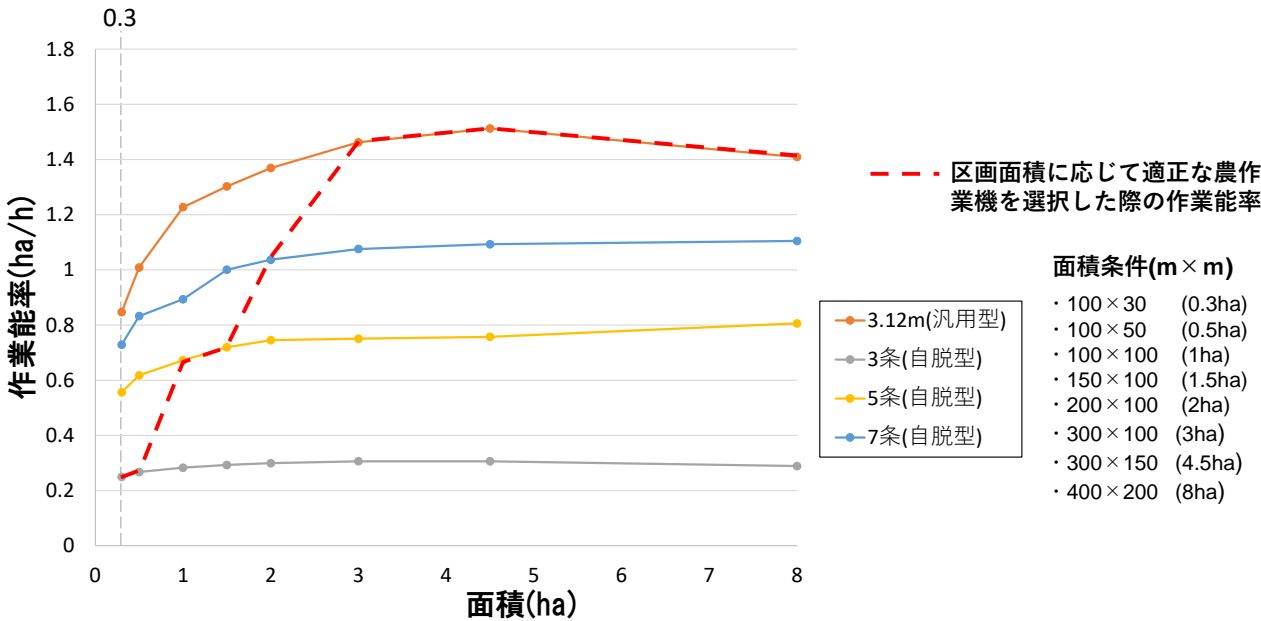
田植え機の選定条件

	6条植え	8条植え	10条植え
株間条間	30cm	30cm	30cm
予備苗搭載数	6	8	10
横送り量 (mm/回数)	11/26	11/26	11/26
縦かさ取り量	13	13	13
作業速度(km/h)	6.7	6.7	6.0
重量(kg)	465	873	1080

図-4.2.15 田植え作業における作業能率

※農研機構農村工学研究部門による試算

⑧ 収穫作業における作業能率を区画の大きさや形状、使用する農業機械別に示す。収穫作業では、0.3ha 区画から 3ha 区画に拡大するとともに面積規模に適した性能を有する農業機械を導入することで、作業能率は 5.7 倍に向上する。



収穫機の選定条件

	3条刈り (自脱型)	5条刈り (自脱型)	7条刈り (自脱型)	3.12m (汎用型)
刃幅(mm)	1150	1725	2189	3120
作業速度 (km/h)	3.3	5.8	6.5	7.3
タンク容量(L)	800	1600	2000	2300
排糞時間(秒)	125	85	90	100
重量(kg)	2165	3910	カタログ記載なし	5570

図-4.2.16 収穫作業における作業能率

※農研機構農村工学研究部門による試算

- ⑨ 農業機械は今後も農業者のニーズ等に応じて改良されるものと考えられることから、現時点での作業効率や作業能率を目安としつつ、将来的な技術進歩を見据えた区画設計の視点も重要である。
- ⑩ 大型農業機械の利用のため、暗渠排水等による地下水位の低下や客土による地耐力の強化が重要である。
- ⑪ 防除作業については、水田管理作業機に少量散布機を搭載してほ場内を走行しながら薬剤散布する技術が確立され普及が進んでいること、空中散布（無人ヘリコプター、無人マルチローターを含む）技術の普及等から、長辺長・短辺長とも薬剤散布作業が制限要因になることは少ない。
- ⑫ ほ区均平などによって従前の耕区の短辺方向に大区画として再整備した場合、耕区の長辺距離が短くなり、耕起作業等における農業機械の走行経路が変わることがある。一方で、畝立

てなど給水と排水の方向が重要となる作業では水口と落水口の位置や距離が重要となるため、農作業全体を考慮して耕区の区画を考慮する必要がある。

- ⑬ 区画形状が矩形とはならず不整形な形状となる場合や、ほ場内に鉄塔等の障害物がある場合、大型農業機械による作業効率は低下することから、営農形態を考慮した換地や効率的な作業管理が可能な耕区設定を行うことが望ましい。
- ⑭ 生育むら・農薬等の効果のむらを少なくして栽培管理を容易にし、用排水管理を効果的に行うため、田面をできるかぎり均平にする必要がある。このため、GNSS レベラー等を用いた効率的な田面均平が有効であり、農家自身による均平作業の可否も考慮する必要がある。また、これまでに 2 ha を超える規模の区画として整備された地区においては、長辺長が 500m 程度の延長でも効率的な機械作業を行っている事例がある（図-4.2.25 参照）。なお、一般に 200m 以上の長辺長のほ場での機械作業では、GNSS ガイダンスシステムによる、走行位置の補正が有効である。
- ⑮ 区画の拡大によって耕区間の中畦畔が減少するため畦畔管理（除草）の省力化を図ることができる。ほ区面積が 6ha（長辺 600m、短辺 100m）では、30a 区画の場合は 20 筆の耕区が存在するため中畦畔の延長は 1,900m となる。一方で、区画を 2ha に大区画化した場合は 200m となり、除草が必要となる中畦畔延長を約 90%削減することができる（図-4.2.17 参照）。

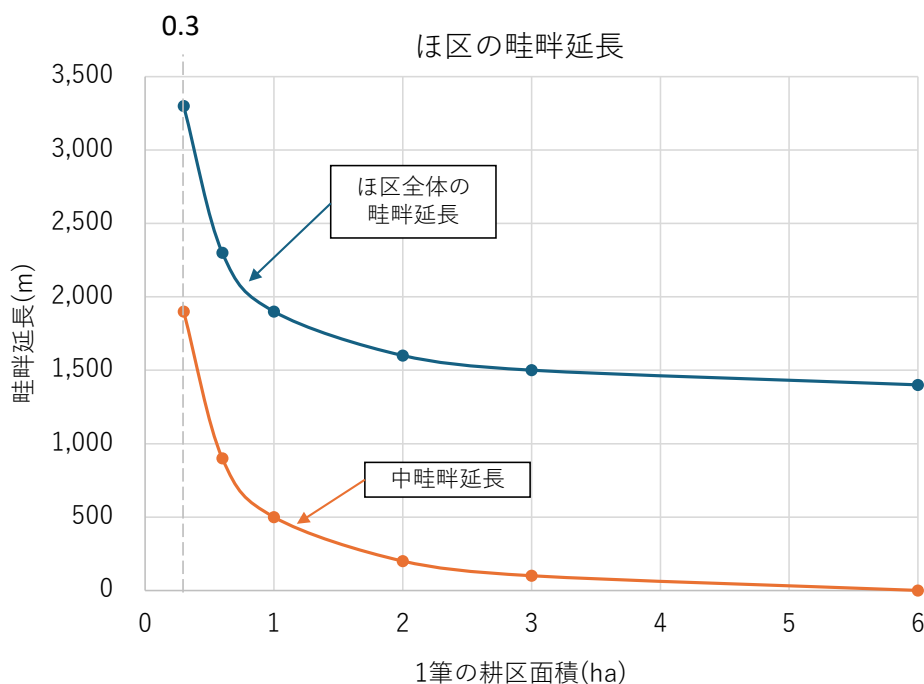


図-4.2.17 ほ区における耕区面積と畦畔延長の関係

※農研機構農村工学研究部門による試算

(3) 水利条件

- ① 排水操作上、片側に排水施設を配置する場合、長辺長は 150m 程度（乾田で 200m 程度、湿田で 100m 程度）までが可能であり、排水性の良い土層の場合はそれ以上にすることもできる。このため、耕区長辺の中間に暗渠化した小排水路を敷設する、又は排水路を耕区の両側に設置することで、排水距離を 150m 以内とし、辺長を 200～300m 程度に設定することができる（4.5.2 用排水路の暗渠化・管水路化参照）。
- ② 区画拡大をした際、給水のピーク水量となる代かき作業が滞りなくできることが必須である。そのため、片側給水の場合、水口から落水口までの距離とかん水時の給水能力によって区画の面積が制限される場合がある。代かき時における初期かん水の到達距離を水足進行モデルによって算出することで耕区の長辺長の限界値を推定することができる（図-4.2.18 参照）。水足進行モデルは実際の初期入水を短辺方向（1 つの水口によりかん水される幅）に対して均一に流れるとし、式（4.2.2）の水収支から水足の進行距離と時間の関係を表すことができる²⁾。

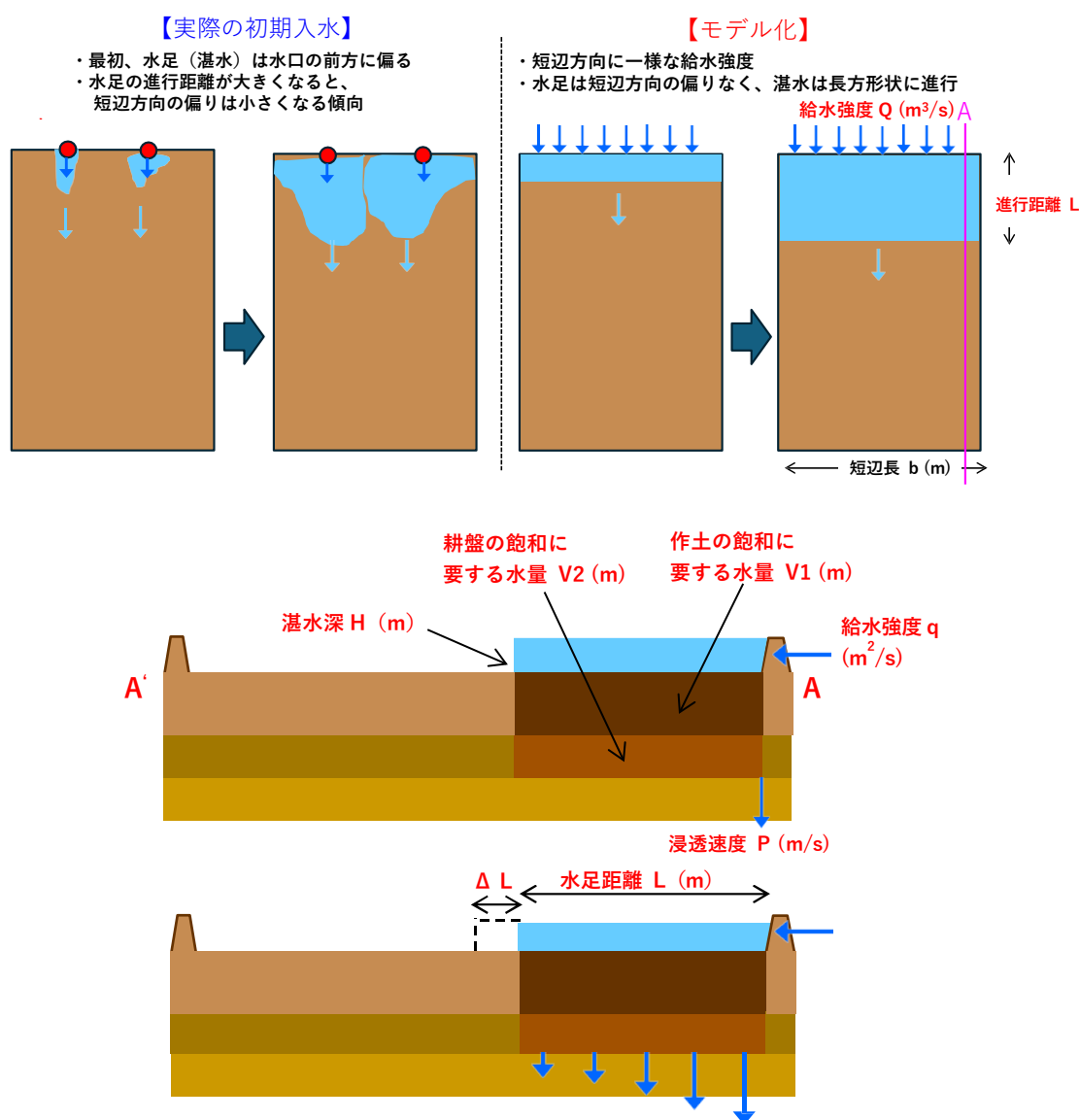


図-4.2.18 水足進行モデル

上図において、水収支は

$$q\Delta t = \Delta L(H + V_1 + V_2) + PL\Delta t$$

$A = H + V_1 + V_2$ と置いて、微分形式にして整理すると

$$dt = A \frac{dL}{q - PL}$$

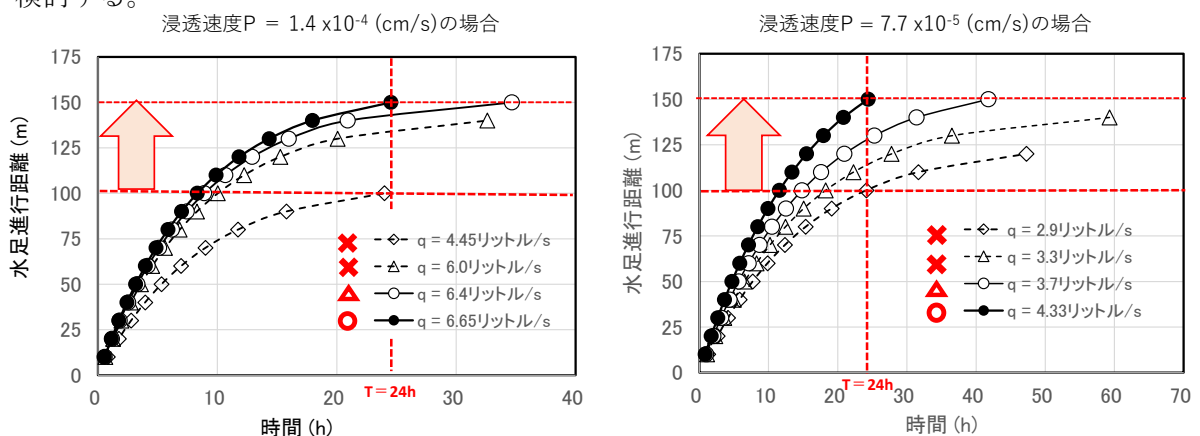
$\alpha = q - PL$ と置いて積分すると、置換積分の定理より

$$t = -\frac{A}{P} \ln(q - PL) + B$$

給水時間 $t = 0$ のとき進行距離 $L = 0$ と置いて不定定数 B を求め整理すると

$$t = \frac{A}{P} \ln\left(\frac{q}{q - PL}\right) \dots\dots\dots (4.2.2)$$

- ③ 水足進行モデルによって算出した事例では、浸透速度（透水係数）（ P ）が 1.4×10^{-4} (cm/s) の場合、用排水長（ L ）を 100m から 150m に拡大すると従来は給水強度（ q ）が 4.5ℓ/s（日用水量 128mm）であれば 24 時間で排水路側に水足が到達するが、拡大後は 6.7ℓ/s（日用水量 196mm）が必要となる。同様に、浸透速度が 7.7×10^{-5} (cm/s) の場合、従来は給水強度が 2.9ℓ/s（日用水量 84mm）であれば 24 時間で排水路側に水足が到達するが、拡大後は 4.3ℓ/s（日用水量 127mm）が必要となる。このため、水足を延ばすためには浸透速度が大きい土壌であるほど、給水強度をより大きく増加させる必要があるため、計画ほ場において取水できる給水強度も踏まえた上で用排水長を検討する。



算出条件：湛水深（ H ）2.5 cm、作土と耕盤を飽和するための水量（ V_1 ）1.5cm、（ V_2 ）0.15cm
給水口の間隔 30m

図-4.2.19 給水時間と水足進行距離の関係

※農研機構農村工学研究部門による試算

- ④ 区画が大きくなるほど給水時の水足確保や落水口から離れた場所での排水不良が危惧され、給水速度が上がると苗等が流されるおそれがあることから、営農状況に応じて額縁明渠を設置し、給水・排水を促すなどの対策を検討する。なお、額縁明渠の設置に当たっては、農道ターン方式を採用する場合等、農業機械が明渠を横断することがないように、農道に接する辺は明渠を設置しない等留意する。

⑤ 区画を拡大する場合、同一耕区内（従前のほ区又は農区）の初期湛水をこれまでと同様に行うためには、支線用水路の通水能力の増加を検討する必要がある（図-4.2.20 参照）。

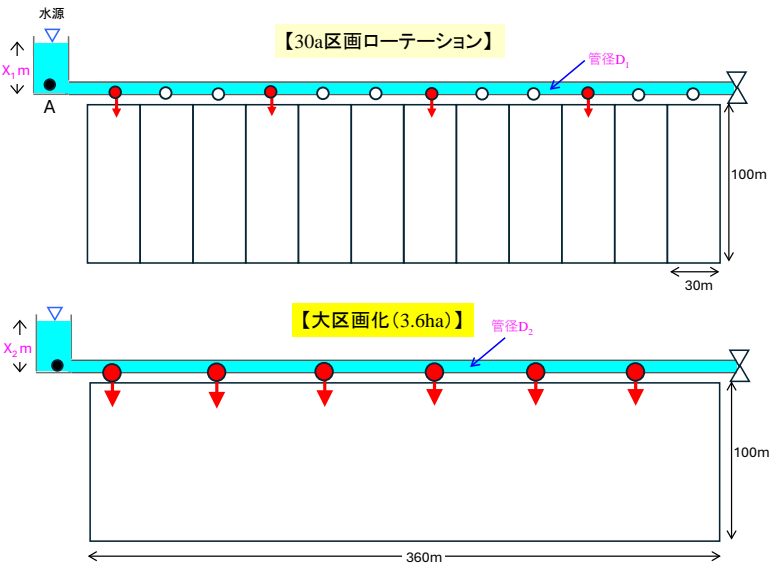


図-4.2.20 区画拡大に伴う支線水路からの給水状況の変化

⑥ 畦抜き工法又は小排水路の移設による大区画化の場合においては、工事費、水利施設の補修・更新費、災害復旧費等の縮減、維持管理労力・水管理労力の軽減を図るため、末端の用排水路、道路及び水口・落水口については経済性を考慮した上で、地域の営農に合わせ、かん水に支障を来さない範囲で可能な限り削減することが望ましい。

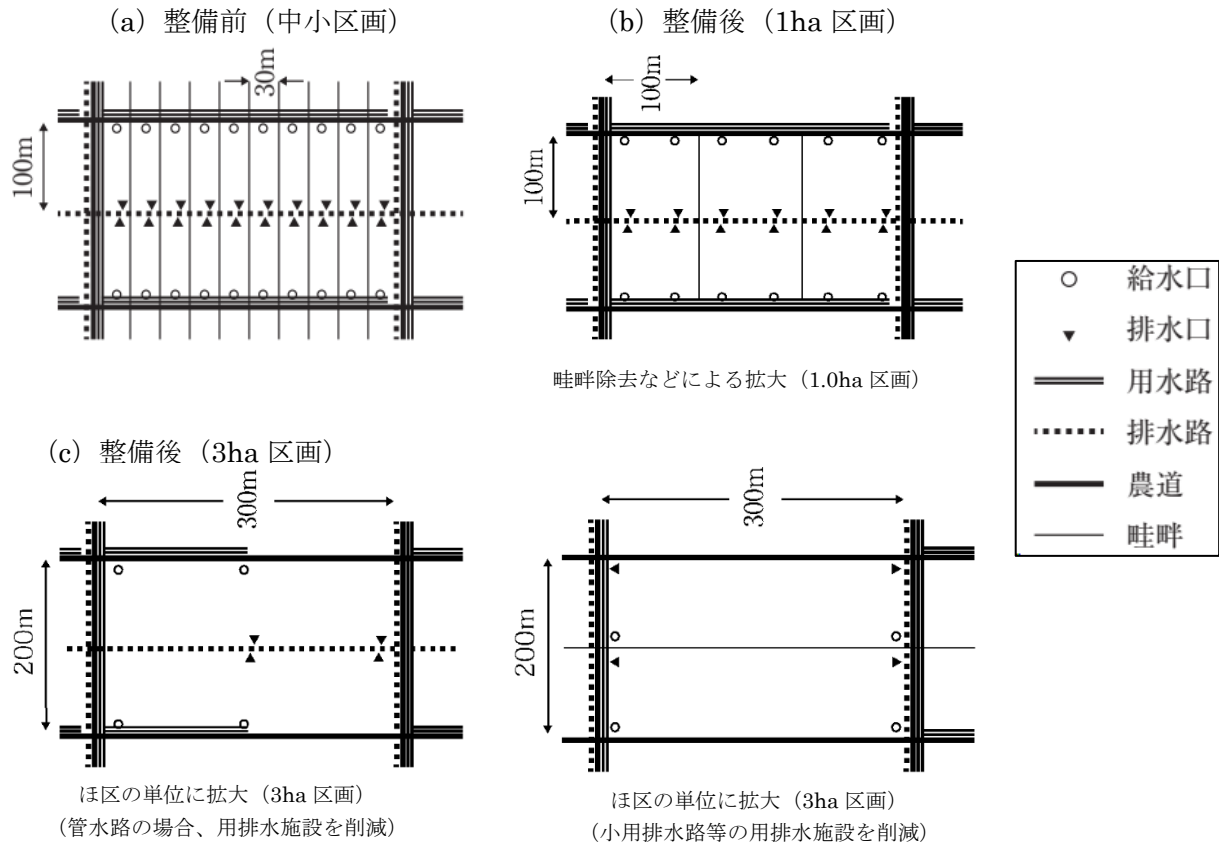


図-4.2.21 大区画整備による用排水施設の削減の例

1 (4) 社会経済条件

- 2 ① 区画拡大において、立地・土壌・水利条件等の優劣により各農家等の利害が対立しないこと
3 を確認する。また、風水害、病虫害への危険分散や労働ピークの分散、水田畑利用の状況等
4 にも左右されるため、これらについても検討する。
- 5 ② 担い手への農地集積・集約化及び区画拡大に向けて、換地による大区画内への所有権の移転
6 や共有地化を地権者に理解してもらう必要がある。
- 7 ③ 更なる大区画化を目指すためには、目標とする大規模経営体を定め、大規模経営体とそれ以
8 外の小規模農家等の耕作地とのゾーニングを行い、農地の集積・集約化をほ場整備の際に一
9 気に推進することが望ましい。
- 10 ④ 更なる大区画化やそれに伴う区画形状の均整化、地物の障害物撤去などを行うことで、自動
11 走行農機やドローンによる農作業の効率化が促進される。一方で、大区画化によって地力や
12 均平のむらが大きくなるが、データを活用したスマート農業導入により最適な栽培が期待で
13 きることから、経営規模拡大のためには大区画化とスマート農業導入について、あわせて検
14 討を行うことが望ましい。
- 15 ⑤ 更なる大区画化に伴う水利施設の合理化により、地区全体での自動給水栓等の設置数を減ら
16 すことができる。また、水管理作業はほ場への移動に多くの時間を要しているため、遠隔で
17 のモニタリングや制御が可能な多機能型自動給水栓を活用することで約8割の省力化が期待
18 できる。
- 19 ⑥ スマート農業機器については、再整備による区画拡大に伴い区画規模に見合った機器の更新
20 等が必要になる場合がある。

(5) 均平度

- ① 均平度の低下は、生育むらや除草剤の効果のむら、用水量の増大に繋がり、大区画では中小区画に比べて均平化を図るのがより困難となる。そのため、造成時や営農時において精度が高く効率的に整地できる技術を用いる必要がある。
- ② 造成時の整地、均平においてはレーザー制御のブルドーザの他に、RTK-GNSS による制御が可能なブルドーザによって施工する。同様に営農時においてもレーザーレベラーや GNSS レベラーによって均平化を図ることで、高い均平精度を維持することができる。
- ③ レーザー制御による精度限界は発光機からの距離で 300m 程度（地面の曲率による誤差、発光機が振動した際のブレ幅が拡大）となる。また、近隣ほ場でレーザーを使用していた場合、レーザー光線の錯綜が生じて誤作動が生じることがある。
- ④ GNSS 制御によるレベラーは距離による精度の劣化がなく、位置情報や補正情報の錯綜も生じない。また、標高マップを作成することができ、切土部から盛土部にピンポイントに運土が可能となるため大区画ほ場での整地に適している。レーザーレベラーとの作業時間の比較では GNSS レベラーを使用することで約 4 割程度の省力化を図ることができる。
- ⑤ 大区画ほ場においてより省力的な栽培技術である直播栽培では、安定した発芽・苗立ちを図るため、均平精度は通常の $\pm 3.5\text{cm}$ よりも高い $\pm 2.5\text{cm}$ を目標とする。

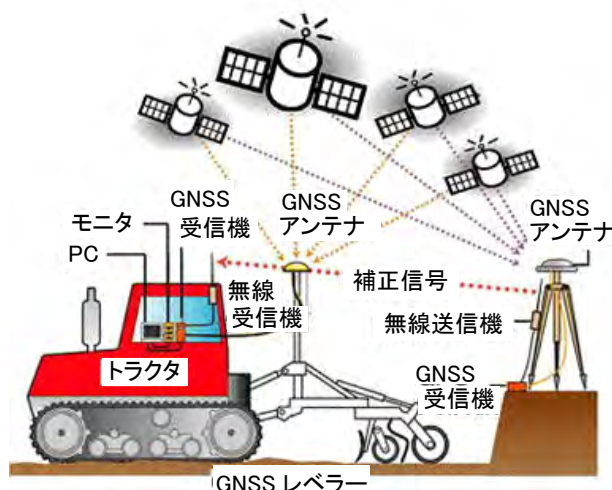


図-4.2.22 GNSS レベラーによる均平システム構成

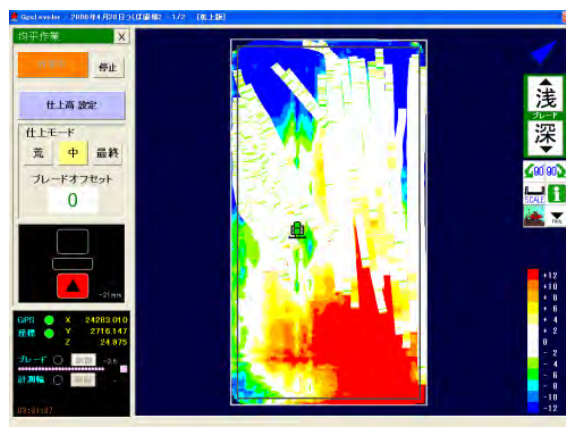


図-4.2.23 操作画面の標高ヒートマップの例

1 【事例】大区画及び更なる大区画の整備

2 (1) 整備事例 (A 地区)

3 A 地区では、標準 2.2ha の大区画化整備に併せ、GNSS ガイダンスシステム搭載のトラクタ等の導
4 入により、省力化・低コスト化を実現している。また、将来ほ区を 1 枚のほ場にする事で更なる大区
5 画 (4.4ha) の創出も可能となっている。

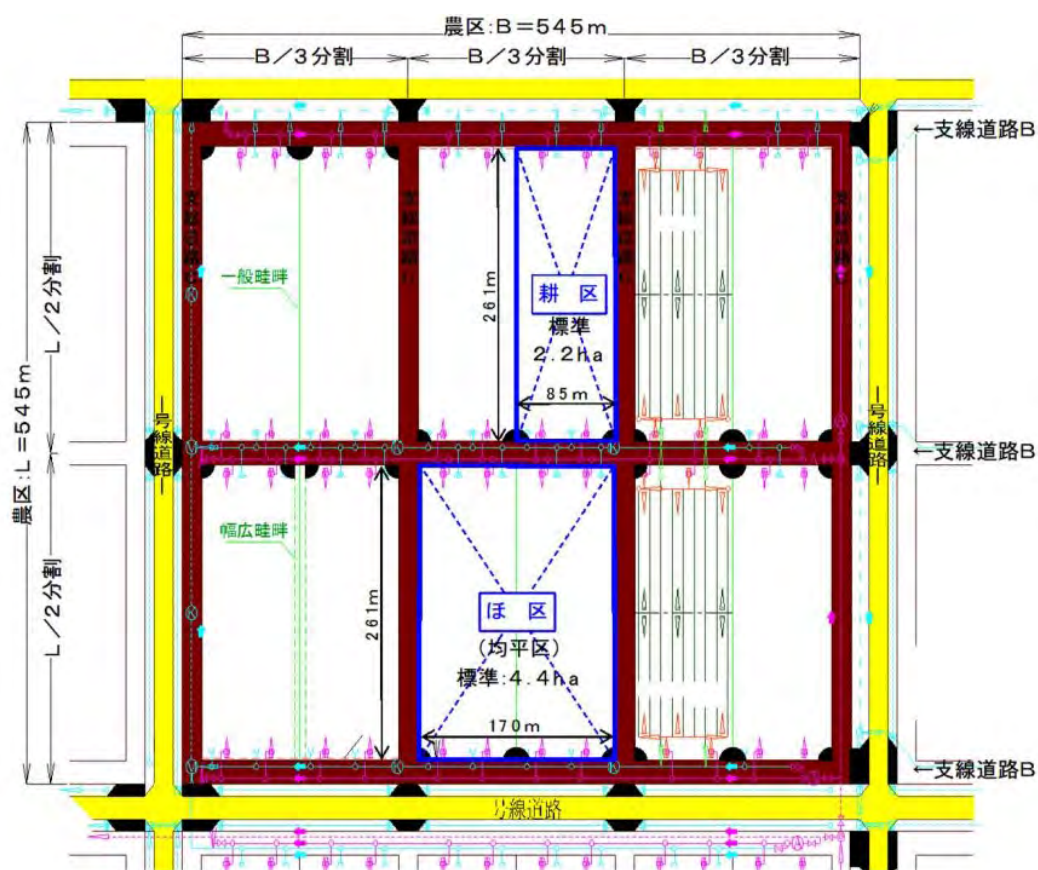


図-4.2.24 大区画の整備事例 (A 地区)

(2) 整備事例 (B 地区)

B 地区 a 工区では、ほ場整備事業にあわせた農地の集積等により、農区を 1 枚のほ場にして 6.8ha と 4.7ha の区画が創出された。また、隣接する b 工区でも同様にして 3.4ha の区画が創出されたが、小用排水路、水口、落水口の一部を削減する工夫がなされている。

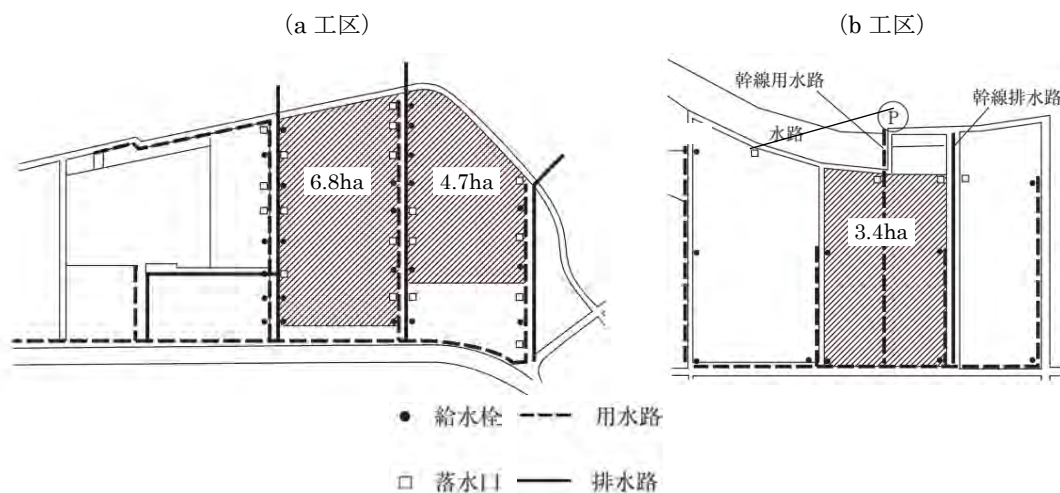


図-4.2.25 更なる大区画の整備事例 (B 地区)

(3) 整備事例 (C 地区)

C 地区では、6.8ha の水田（長辺 520m×短辺 130m）において、GNSS ガイダンスシステム搭載のトラクタによる耕起や代かき作業のほか、長辺長 520m の田植が可能な田植機の導入などにより、2ha を超える区画の水田におけるメリットを最大限に活かした効率的な機械作業を実現している。



図-4.2.26 更なる大区画の整備事例 (C 地区)

(4) 整備事例 (D 地区)

D 地区では、将来の農業機械の性能向上や乾田直播栽培等の省力化技術への移行を見据えた 2ha の標準区画が導入されている。また、可能な限り隣接する耕区と田面標高を同一にしていることから、将来は区又は農区を 1 枚のは場にする事で更なる大区画水田 (4ha、6ha) の創出も可能となっている。

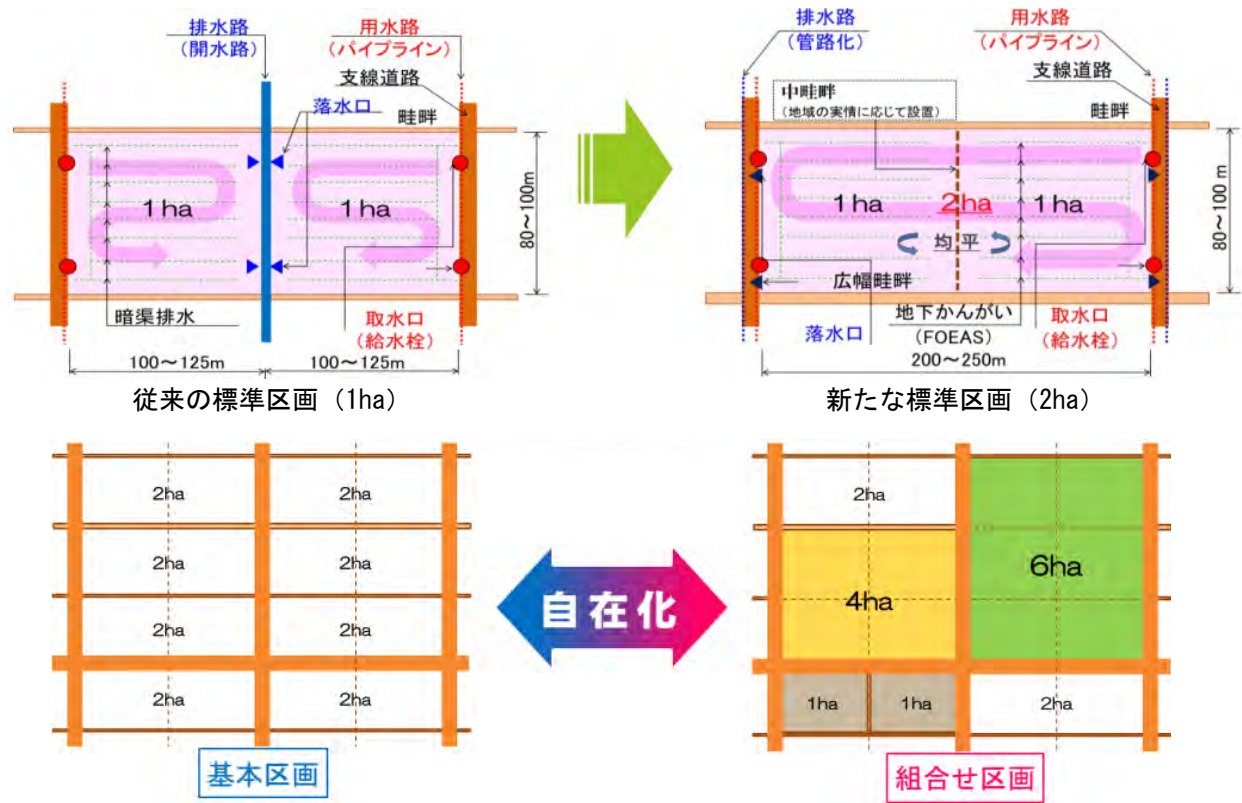


図-4. 2. 27 大区画及び更なる大区画の整備事例 (D 地区)

【参考】大区画における作業能率を向上させる栽培方法及び農作業機（乾田直播）

乾田直播は乾いた田に種籾を直接播く栽培方法である。育苗や代かきを省略し、田植え時の苗運びも不要で田植え機よりも高い作業能率を有する播種機を使うため、少人数で広い面積の作付けが可能となる。一方で、代かきを省略するため雑草の発生が旺盛となることから、播種直後から除草剤を3回程度散布する必要がある。作業能率は2ha区画において、移植では1.1ha/h程度（図-4.2.12 参照）であったが、汎用播種機による直播では1.3ha/h程度となる（図-4.2.28）。特に、麦用の高速播種機であるグレンドリルを使用することで3.0ha/h程度となり、5ha区画以上でも作業能率は低下しない。

また、良好な苗立ちや初期生育、除草剤の効果発揮には高い均平精度が必要となることから、レーザーレベラー等による均平作業は不可欠となる。加えて、乾田直播の導入には均平作業時や播種作業時において乾田状態が求められるため暗渠排水整備が必要となる。

併せて、給水・排水を迅速に行うため、額縁明渠を検討する。

なお、新たな機械の導入コストが必要になることや乾田状態を作り出すことが困難な地域も存在するため、農家の意向を十分に考慮する必要がある。

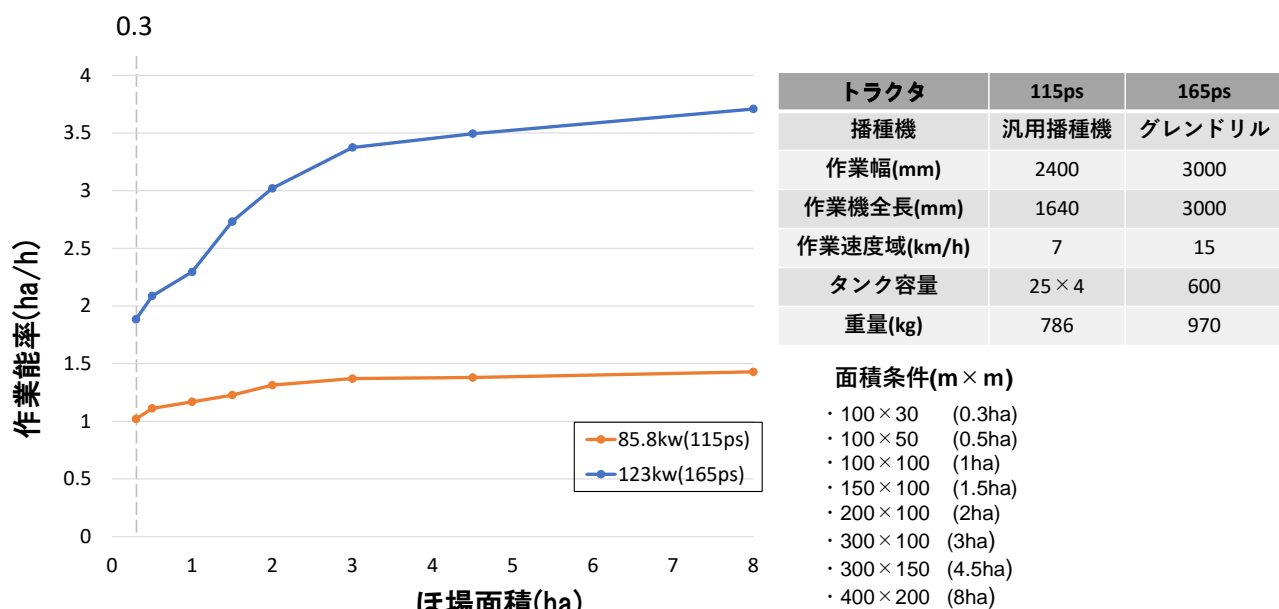


図-4.2.28 乾田播種作業における作業能率

※農研機構農村工学研究部門による試算

1 4.2.5 不整形田の取扱い

立地・営農条件等により地区としての標準的な考え方の耕区が設定できない場合には、地区の実情に合わせた検討を行う。

2 (1) 縁辺部における不整形田の形成

3 事業地区の形状が長方形であることはまれであることから、地区縁辺部において不整形田が生じ
4 ることは避けられない。しかし、その場合であっても農道計画を工夫することで、全体として不整形
5 田を減らすことに心掛ける。地区が鉄道や道路等の直線状の構造物と接する場合には、農道をこれ
6 と並行又は直角に配置すればこれを回避できる。

7 不整形な耕区であっても、例えば図-4.2.29 (a) のように不整形田が形成される場合には、地形条
8 件等で著しく不利となる場合を除き、図-4.2.29 (b) のように支線農道を平行に配置することにより
9 機械作業効率の低下を避けることができる。

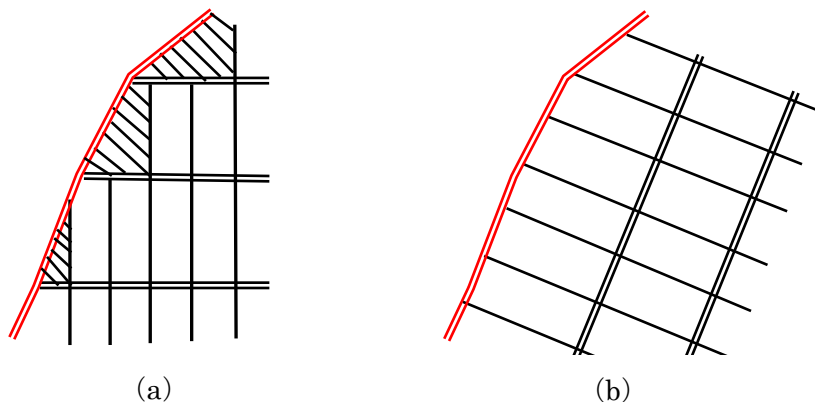


図-4.2.29 不整形田の形成例

13 (2) 非方形区画

14 方形を崩した区画としては、図-4.2.30 のように4種が考えられる。

15 (a) 三角形

16 (b) 長辺平行、短辺非平行の台形

17 (c) 長辺非平行、短辺平行の台形

18 (d) 長辺、短辺ともに非平行の四辺形

19 それぞれに機械作業効率を検討すれば、次のとおりである。

20 ① (a) のような三角形で巡回回数を少なくするには、斜辺に沿って機械作業することが最も巡回
21 回数も少なく合理的になる。しかしターンが鋭角になり、また、角Bに近づくにつれて直線距
22 離が短くなり不合理である。

23 ② (b) の四角形ABCDは、短辺の交角が著しい鋭角でない限り、長方形DEFGと枕地長さも大
24 差がなく効率的である。

25 ③ (c) (d) の長辺非平行（非等幅）の区間は機械作業上、台形又は長方形と三角形との複合にな
26 るから好ましくない。

27 以上から、できるだけ(b)のように長辺平行（等幅）区画にすることが望ましい。

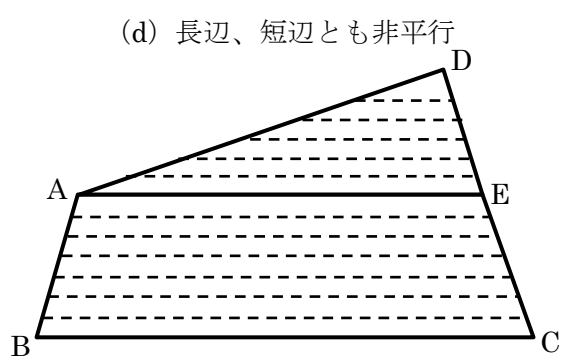
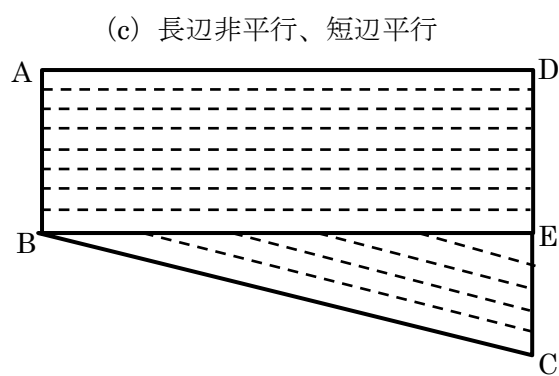
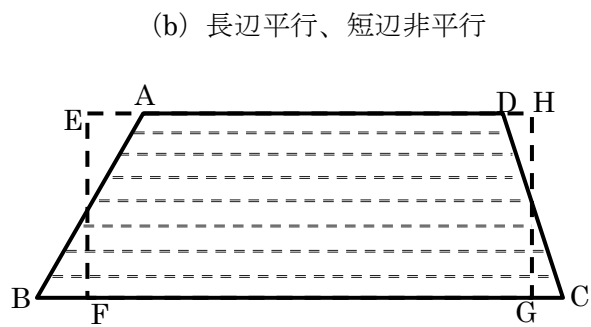
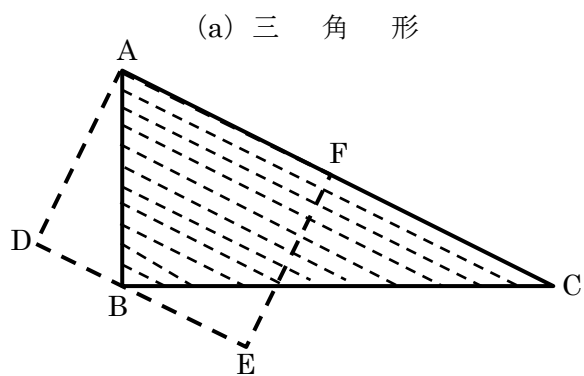


図-4. 2. 30 非方形区画

引用文献

1) 有田博之、木村和弘、吉川夏樹（2013）：未来につなげる圃場の形成－GIS を用いた耕地の区画整理計画－、農林統計出版

2) 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準・計画「ほ場整備（水田）」（平成 25 年 4 月）

参考文献

農林水産省農村振興局：自動走行農機等に対応した農地整備の手引き（令和 5 年 3 月）

新潟県農村環境課：平行畦畔型等高線区画整理導入の手引書（平成 25 年 2 月）

新沢嘉芽統、小出進（1963）：耕地の区画整理、岩波書店、p.110-112

石井敦（2003）：利用集積地の集団化による巨大区画水田の創出、東京大学大学院農学生命科学研究科博士論文

杉浦未希子ら（2013）：今こそ、経営と水田区画の規模拡大を、農業農村工学会誌 81(1)、p.11-14

石井敦（2018）：真の低コスト稲作のための農地の利用集積・圃場整備と土地改良法の改正、土地と農業 48、p.26-42

石井敦（2020）：巨大区画水田の整備方策と効果、機械化農業 2020-3、p.5-10

黒田久雄ら（2022）：大区画水田への額縁明渠灌漑排水方式について、農業農村工学会大講演要旨、自動走行農機の手引き、P.35

若杉晃介ら（2017）：ICT を用いて省力・最適化を実現する圃場水管理システムの開発、農業農村工学会誌 85（1）、p.11-14

若杉晃介ら（2016）：大区画圃場における RTK-GPS 測位を用いた圃場管理技術の実証、農業農村工学会誌 84（3）、p.23-26

酒井美樹ら（2017）：大区画水田における地下水位と湛水位の代表値の把握方法、寒地土木研究所月報 No.768、p.10-18

