

3-4-3 畑作におけるスマート農業

農業経営の将来像 さとうきび



新技術導入により規模拡大し、省力化・コストの削減を実現

9

2. ロボット関連技術

技術 〔作業内容〕	営農 類型	タイムライン			技術開発と普及の現状	普及に向けた課題
		2019	2022	2025		
自動操舵システム	全般	市販化	普及	普及	<ul style="list-style-type: none"> ・ ほ場外周の手動走行により取得したほ場情報をもとに走行ルートを設定し、このルートに沿ってハンドル操作（直進に加え、一部の機種は旋回、バック）を自動化するシステムが市販化済。 ・ トラクターなど農業機械への後付けが可能で、所有する複数の農業機械で設置・使用可能。 ・ 本システムを標準装備したトラクターも大型と小型（21馬力：2019年～）の両タイプで販売。 	<p>【技術的課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 農業機械を選ばず簡単に設置できる機械の開発（汎用化） <p>【その他の課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ RTK基地局設置の推進 ・ 低価格なGNSS信号受信機等の農業分野での利用拡大 ・ システム導入効果を高めるためのほ場の大区画化
	畑作	市販化	普及	普及	<ul style="list-style-type: none"> ・ キャビンに設置した画像解析装置（単眼式カメラと計算機）と操舵装置からなり、遠方の風景と地面を撮影し解析することで、ハンドル操作をしなくても、直進走行や作業済み部分と一定間隔を保った走行が可能とする低価格なシステムで、市販化済。 ・ トラクターなど農業機械への後付けが可能で、所有する複数の農業機械で設置・使用可能。 	<p>【技術的課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 夜間や濃霧時などに使用可能な装置への高度化 ・ ノンキャビン車への適用拡大
ロボットトラクター	水田作 畑作 露地野菜 飼料作物	市販化	普及	普及	<ul style="list-style-type: none"> ・ ほ場外周の手動走行により取得したほ場情報をもとに走行ルートを設定し、このルートに沿ってハンドル操作、作業機昇降、前進・後進・停止などを自動で行いながら走行するトラクターが市販化済。 ・ 物との距離を検知するレーザーや自動ブレーキなどの安全装置を搭載。ほ場周辺で、または、別のトラクターに乗車して併走・追従しながら監視。 	<p>【技術的課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 不整形なほ場にも対応したルート設定・自動走行機能の開発
	水田作 畑作 露地野菜 飼料作物	実証	市販化	市販化	<ul style="list-style-type: none"> ・ 有人監視タイプと同様に様々な操作を自動で行うトラクター。使用者はほ場から離れた場所で遠隔監視。 ・ 複数のロボットトラクターが同一のほ場で動いても衝突しない協調システムが、2020年までに確立する見込み。 ・ ほ場間の移動や複数台の遠隔監視などのため、技術開発と実用化に向けた環境整備を推進中。 	<p>【技術的課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 枕地も含めて自動で作業できる技術の開発 ・ 無人状態で安全にほ場間移動するための技術開発（センサーの開発・改良） ・ リアルタイムでの監視技術（タイムラグの解消） <p>【その他の課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ほ場間移動のための対応を含む、安全対策・使用方法に関するルールの明確化 ・ 隣接ほ場への移動が容易な農道等の整備

技術 〔作業内容〕	営農 類型	タイムライン			技術開発と普及の現状	普及に向けた課題		
		2019	2022	2025				
農業散布	水田作 畑作 露地野菜 果樹 飼料作物 茶				<p><面散布：水田、畑、飼料作物></p> <ul style="list-style-type: none"> 平成30年12月末における散布実績（速報値）は延べ面積で27,346ha。うち、水稻23,177ha、麦類1,960ha、大豆1,871ha。 主力機種は10Lタンクで約1ha/フライトの散布が可能。 無人航空機用で登録されている農業のほとんどが水稻向け。 <p>●平成30年3月時点の登録農業数</p> <p>稲、麦、その他雑穀：197 豆類：29 いも類：11 野菜類：18 果樹類：5 樹木類：3 その他：8</p> <p><面散布：露地野菜、果樹、茶></p> <ul style="list-style-type: none"> 高濃度の農業を少量散布した際の病虫害防除効果や植物体への影響の評価、葉裏への農業の付着率を高める方法、傾斜地での航行技術等について、データ収集または開発・実証中。 <p><ピンポイント散布></p> <ul style="list-style-type: none"> AIによりほ場の可視光カメラ画像から農作物上の特定の病虫害を検知し、当該検出箇所にピンポイントで農業を散布する技術が開発され、15品目について実証中。 	<p>【技術的課題】</p> <p><共通></p> <ul style="list-style-type: none"> 農業搭載容量の拡大 <p><面散布：露地野菜、果樹、茶></p> <ul style="list-style-type: none"> ドリフトを軽減し、葉裏への農業の付着率を向上させるためのダウンウォッシュの強化や散布ノズルの開発 <p><ピンポイント散布></p> <ul style="list-style-type: none"> 病変部位等に農業を正確に散布するためのドローンの姿勢制御技術や位置精度の向上 <p>【その他の課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> 水稻用以外の農業登録の拡大 		
		施肥 (粒剤)	水田作 畑作 飼料作物 露地野菜				<ul style="list-style-type: none"> 各社から粒剤用タンクが市販化され、農業用ドローンによる施肥作業が可能。 	<p>【技術的課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> 粒剤の大きさ、重さ、柔らかさに応じて、単位時間当たりの散布量と散布範囲を調節するためのタンクの吐出口の調整機構の開発 肥料搭載容量の拡大
		播種	水田作 畑作 飼料作物				<ul style="list-style-type: none"> 市販化されている粒剤用タンクの流用により、各社から販売されている農業用ドローンで播種作業が可能。 米の直播栽培に活用している経営体あり。 	<p>【技術的課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> 種子の大きさ、重さに応じて、単位時間当たりの散布量と散布範囲を調節するためのタンクの吐出口の調整機構の開発 種子搭載容量の拡大

今やドローンや自動操舵システムは、2022年には普及期に入っている。

将来は宮古の農業機械利用計画に反映されるであろうと考える。

とは言え、現時点ではスマート農業の推進上、導入コストが高い・インフラ面での整備が不十分・農家の学習機会が不十分などの課題はある。

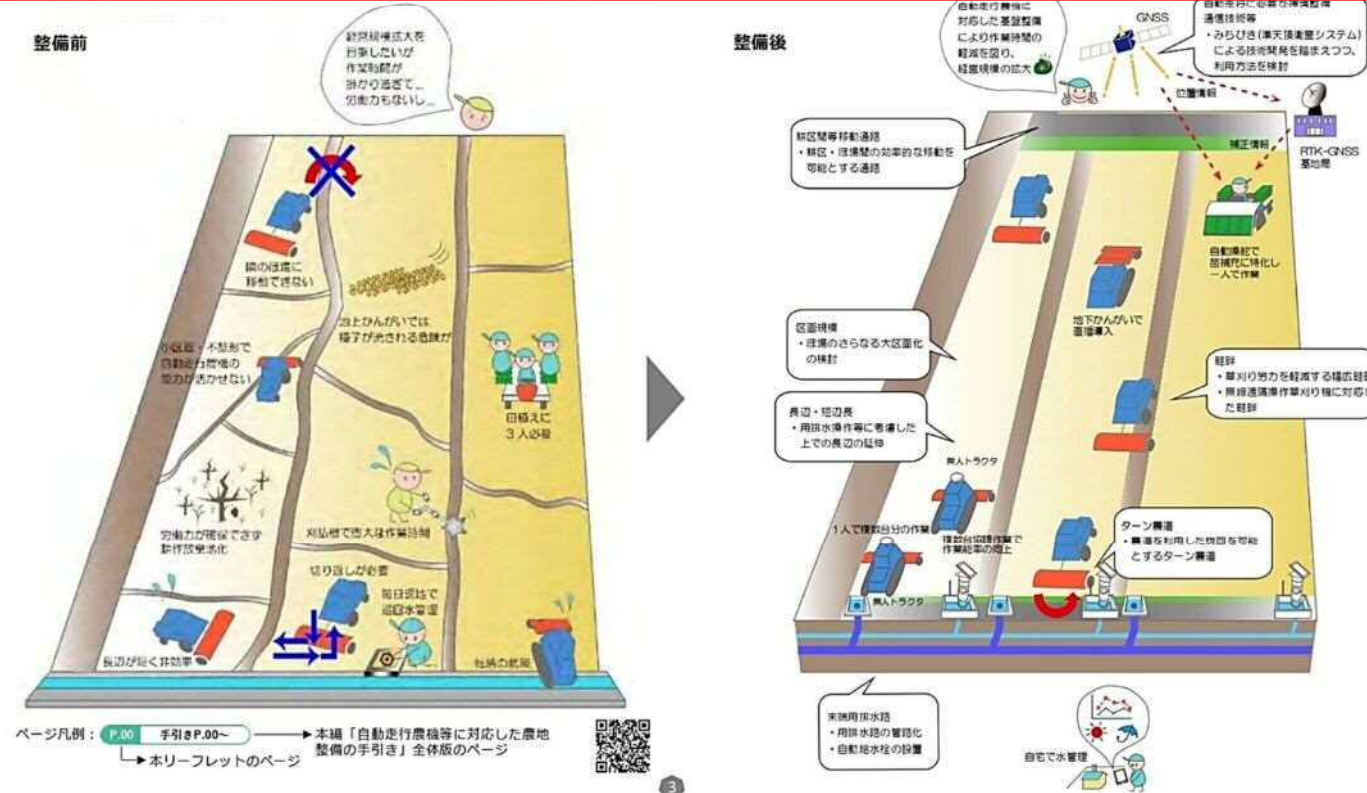
土地改良事業計画設計基準「ほ場整備（畑）」に（以下抜粋）

ほ場整備は、農地を全面的・総合的に整備するものであり、かつ、事業が土地の権利移動まで含めて行うものであるという性質上、一旦事業が実施されるとその後これを修正することは極めて困難である。また、その効果は長期にわたり持続し、投資も長期にかけて回収されるべき性質のものであるから、事業完了後相当の期間にわたり営農条件及び農業技術の変化に対応することができるよう慎重に計画を樹立することが必要である。

との記述から事業計画時点で、「スマート農業の実装を可能とする基盤整備」を念頭に計画・設計を行うべきと考える。

スマート農業の効果を高めるための基盤整備のポイント

- | | | | |
|--|----------------------------|--|----------------------|
| POINT 1 大区画化で時短できる | P.5 手引きP.20～ | POINT 6 ターン農道で旋回がスムーズに | P.13 手引きP.44～ |
| POINT 2 中山間地域も区画形状の工夫で農機が使いやすくなる | P.7 手引きP.67～ | POINT 7 管水路形式の用排水路で移動がスムーズに | P.14 手引きP.41～ |
| POINT 3 標高を揃えるとドローンを飛ばしやすくなる | P.8 手引きP.68～ | POINT 8 地下かんがいの整備で乾田直播ができるようになる | P.15 手引きP.55～ |
| POINT 4 自動走行農機が移動しやすい通路の整備で隣の区画への移動がラクに | P.9 手引きP.41～ | POINT 9 自動給水栓や水位計の設置で水管理がラクになる | P.16 手引きP.49～ |
| POINT 5 畦畔や法面の整備で草刈り機を使いやすく | P.11 手引きP.60～、P.73～ | POINT 10 自動走行に必要な位置補正の方法 | P.17 手引きP.63～ |



参考資料 自動走行農機等に対応した農地整備の手引き参照

3-4-4 宮古地区の区画計画

現在のほ場整備計画における「区画計画」の考え方は次のとおりである。

〔参考〕

沖縄県の農地の実状を示すと、次のとおりである。

(1) 経営の規模

所有区の計画に当たって留意すべきことは、経営規模の大小である。沖縄県における単純平均経営面積は1.22 haで小規模であるが、これを地域別に示すと、表5-1のとおりで経営規模に地域差がある。

表5-1 農家1戸当り平均経営耕地面積

地 区	農家1戸当り平均経営耕地面積(ha)		農 家 数 の 割 合 (%)	
	昭和58～59年	平成元～2年	昭和58～59年	平成元～2年
本島北部	1.13	0.84	23.6	23.7
本島中部	0.59	0.44	23.3	21.3
本島南部	0.70	0.59	24.7	30.0
南大東島	0.48	8.05	0.5	0.5
北大東島	5.35	6.20	0.3	0.2
久米島	1.42	1.14	3.6	3.2
宮古島	1.79	1.61	13.5	12.4
伊良部島	1.53	1.20	3.2	2.7
多良間島	3.19	2.55	0.8	0.7
石垣島	3.24	3.02	4.7	3.7
竹富町各島	3.38	2.10	1.4	1.2
与那国島	4.62	2.59	0.4	0.4
計	1.22	0.96	100	100

(沖縄総合事務局農林水産部：第13次及び第19次沖縄農林水産統計年報、昭和58～59年及び平成元～2年)

(2) 農地の分散

農地の分散の実状を示すと、表5-2のとおりである。

表5-2 農地の分散度合の事例

地区名	市町村名	一戸当り事業前 平均団地数	一戸当り事業後 平均団地数	一戸当り平均団地面積 (ha)	備 考
平 敷	今帰仁村	2.16	1.23	0.12	本島北部
嘉手苺	具志川村	1.83	1.21	0.12	久米島
美 崎	仲里村	2.58	1.25	0.11	久米島
名嘉山	上野村	1.53	1.24	0.52	宮古島
磯 辺	石垣市	1.42	1.15	0.41	石垣島

(注) 道路をはさんでいる場合、地番が連続している場合は1団地とした。

(3) 作 物

地区別の主たる作物を示すと、南北両大東：サトウキビ、八重山：サトウキビ、パインアップル、宮古：サトウキビ、たばこ、本島北部：サトウキビ、パインアップル、本島中南部：サトウキビ、野菜となっており、単一作物の地域と多種作物の地域といった特性が認められる。

※土地改良事業計画指針 畑地整備 (平成4年1月) より

5-3 耕 区

耕区の大きさ及び形状は、作物、作業体系（機械化及び施設化）、かんがい方法、農地保全、土地の所有形態から総合的に定めるものとする。

〔解 説〕

計画基準「ほ場整備（畑）」を参照。

沖縄県において、本土と異なる点を示すと以下のようである。

(1) 等高線方向の一辺（長辺）

等高線方向の一辺を制約する主たる条件は次のようである。

1) 作業体系

作業体系のうち制約条件は、機械作業ならびに人力作業である。

① 機械作業

サトウキビの機械作業で等高線方向の一辺を制約する機種は、収穫機械である。大型収穫機の場合は、その作業効率から一辺長は200m、中型収穫機の場合は、100m程度が標準である（参考資料-13）。

パイナップルの機械作業で等高線方向の一辺を制約する機種は、更新時の心土耕起、整地、植付け等の作業をするトラクターである。この作業効率からみた一辺長は、大型機種で200m程度である。

なお、ジャングル土壌の場合は可塑性、粘着性が強いので農業機械の走行性より一辺長は、100m程度が限度である。

② 人力作業

人力作業は主としてパイナップルや野菜、花き等の収穫作業である。人力運搬距離は作業能率、作業疲労度等からみて、最大は50m、一辺長は全長100mが限度である。

2) かんがい方法

かんがい方法はうね間かんがいと、散水かんがいが考えられる。

うね間かんがいは、サトウキビや野菜の一部に実施あるいは計画されているが、長辺長は土壌の特殊性その他の要因から決定する。

3) 農地保全

農地保全上から見た等高線方向の一辺長は、コンター方向の承水路が侵食を引き起こさないように水路勾配は平均最大許容流速以内にとどめ1/30～1/50の勾配とし、その延長を100m程度とする。したがって、一辺100mの承水路を両翼から集水すると200mがほ区の等高線方向の最大長になる。

4) 土地所有形態

農家1戸当たりの平均所有面積が小さい場合は、土地所有形態を考慮して長辺長を決定する。

(2) 斜面上下方向の一辺（短辺）

斜面上下方向の一辺の制約条件は、農地保全の上から重要である。

前述の「第4章 整備計画、4-4 現況傾斜とは場形態、4-5 ほ場形態諸元」でも述べているように、ほ場形態とは場面勾配は、ほ場面を流下する雨水による土壌侵食を起こさない制限勾配と制限斜面長以内にする。

5-4 ほ 区

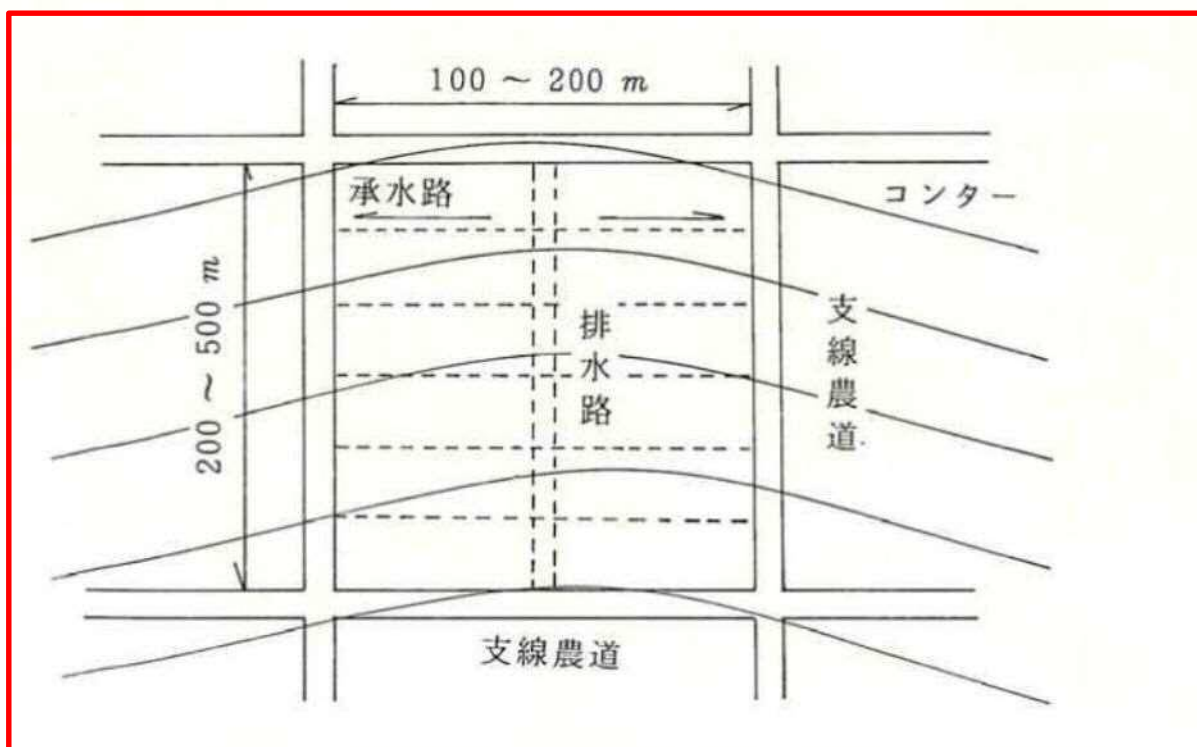
ほ区は、道路や排水路、防風林等の固定施設に囲まれた区画である。ほ区の形状面積は、作物、整備形態、作業体系、経営条件等によって規制されるので、この点について十分な検討をしておかなければならない。

〔解説〕

基本的事項については、計画基準「農地開発（開畑）」、「ほ場整備（畑）」を参照。

沖縄県の土壌及び降雨特性を考慮したほ区の形状ならびに大きさを典型的に図示すると、図5-1、5-2、5-3のとおりである。

ほ区の区画のうち等高線方向の延長は、土工の経済性・災害の危険分散等のため地形条件により短く設定し、現況地形を生かしたテラス分散型の整備を積極的に検討する必要がある。



平 担 地（傾斜5%（2.9°）未満）

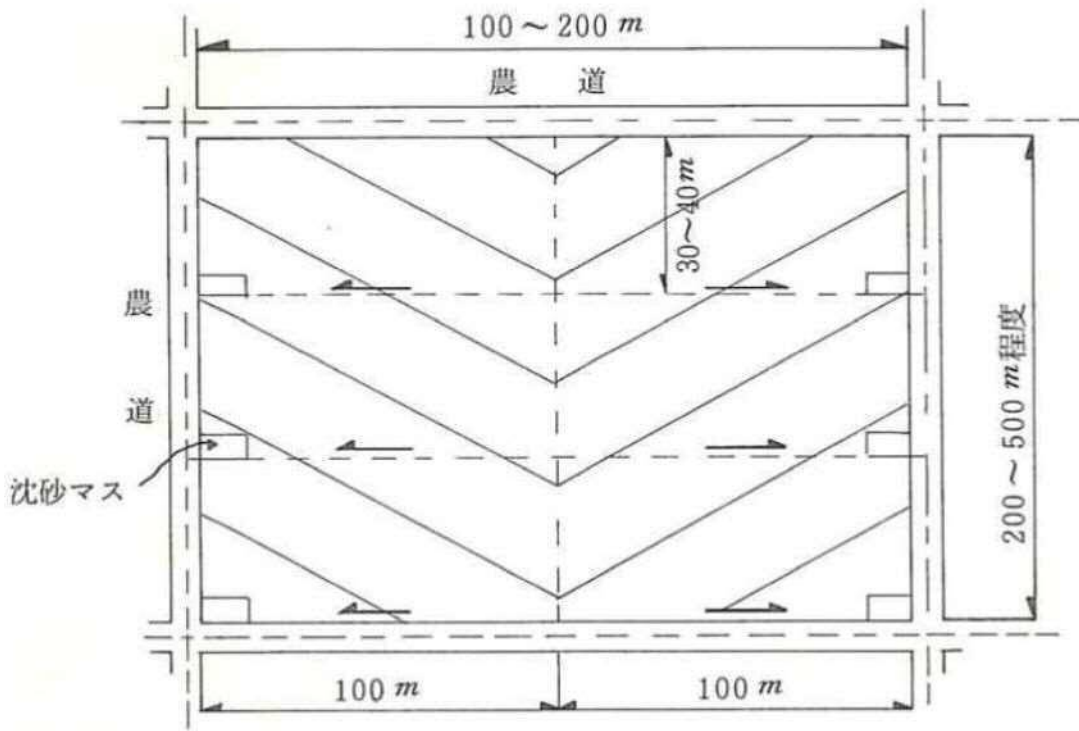


図5-2 緩傾斜地（傾斜5%（2.9°）以上）

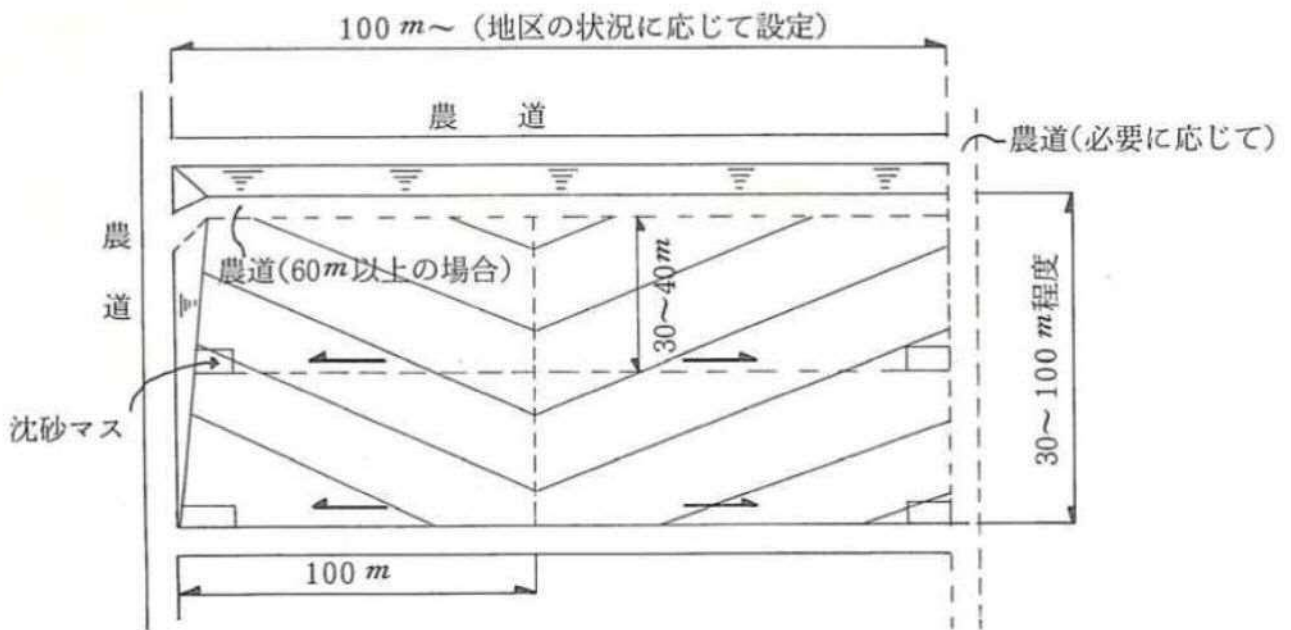


図5-3 急傾斜地（傾斜5%（2.9°）～27%（15°）未満）

上記、評価項目から宮古の標準区画は、『基幹作物はサトウキビであり、土地所有状況・農地保全・かんがい方法・農業機械の作業効率から短辺長 100 m、長辺長 200 m の 2 ha を標準とする。』となっている。

下記の表は、過年度の土地改良事業地区内の造成区画規模と地区内面積占有率を条件に集計したものである。

判定総括	長北地区	佐事川地区	宮積地区	ツング地区	高阿良後地区	増原地区	上地中部地区	福地地区	更竹地区	狭間地区
基準① 造成区画規模 (2.0 ha 以上の地区内面積占有率 (7割以上とする	43.6%	91.1%	68.8%	82.1%	79.0%	42.0%	22.2%	69.9%	0.0%	0.0%
	NO	OK	NO	OK	OK	NO	NO	NO	NO	NO
基準② 造成区画規模 (4.0 ha 以上の地区内面積占有率 (4割以上とする	0.0%	44.8%	29.2%	0.0%	30.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	NO	OK	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
基準③ 造成区画規模 (1.0 ha 以下の地区内面積占有率 (1割未満とする	9.6%	0.0%	8.8%	1.1%	18.3%	28.1%	19.2%	7.0%	52.1%	53.4%
	OK	OK	OK	OK	NO	NO	NO	OK	NO	NO
平均区画面積	1.4ha	2.9ha	2.1ha	2.1ha	1.7ha	1.2ha	1.2ha	1.6ha	0.8ha	0.9ha

標準区画 2.0ha であるが、農家意向や地区界制約等で、ある県営地区の平均造成区画は 1.0 ha 以下という地区もある。

表内の赤線左は、近年の計画地区である。

近年は、現場での大区画化について説明・理解がしやすくなってきており、標準区画が比較的、多く計画されている。

3-5 宮古のほ場整備計画の課題

重労働のキビ作は全行程機械化されているが、初期投資額が大きい。高齢化・零細農家は、経営規模から、機械化も図れず、労働力不足から肥培管理等の作業不足収量低下いずれは、耕作放棄地となる恐れがある。

その中で機械所有の経営規模を拡大している農家、キビ作の作業受託農家が増加し、生産量の下支えとなっているが、小区画や小耕区まで担うには機械効率・営農効率から限界がある。

現在の標準区画は、2.0haとなっているが、実際の整備地区では、農業従事者比率の高い高齢・零細経営農家の意向（営農形態）に合わせた区画が多い。

土地改良事業は申請事業であり、農家も自主営農を前提として事業参加としているため、意向の反映を事業に求めることは当然である。

現在は、新たな営農機械が、省力化を推進するために普及期であり、農家人口の減少と相まって、営農形態の過渡期にあると考える。

大型機械を所有する作業受託農家や経営規模拡大農家が増加傾向にあり、作業受委託や土地の賃借の流動化が進みつつあるが小区画や小耕区が妨げとなり、遊休地・耕作放棄地が見受けられる。

これは、自主営農前提の高齢・零細農家の区画規模に対するニーズと営農の実態に乖離が発生しているものと考えられる。

4 宮古型機械化営農区画基準（案）

4-1 宮古型機械化営農区画基準（案）について

ほ場整備検討会報告書 2021 で取りまとめた「宮古型機械化営農区画基準（案）」は、今後も継続検討事項に関する検討を進め、国・県・市町村に対し「宮古型機械化営農区画基準」として提案、基準としての採択に向け調整する。

4-2 基本方針

宮古の農業は、高齢化・労働力不足などを要因とする衰退、ドローンや自動操舵などの新たな農業機械で進む省力化、営農に対する様々な変化の過渡期である現在で、ほ場整備の目的、「将来の営農に適した農業機械の効率的な利用を行い得る生産性の高い条件に整備する」を着実に取り組み、国の土地改良長期計画の成果目標を見据え、変化する営農環境に対応すべき、区画計画を行うことを基本方針とする。

4-3 宮古型機械化営農区画基準（案）

ほ場整備計画の課題の「区画規模に対する農家のニーズと営農の実態に乖離がある」に対し、地元同意を得ながらニーズを先回りした一定の基準をもって計画設計を行うため下記を「宮古型機械化営農区画基準（案）」とする。

- ① **2.0ha 以上の区画を地区受益面積占有率 8 割以上とする。**
- ② **①の内、4.0ha 以上の区画を 1 割以上とする。**
- ③ **1.0ha 未満の区画を地区受益面積占有率 1 割以下とする。**

① **2.0ha 以上の区画を地区受益面積占有率 8 割以上とする。について**

宮古では、2.0ha 区画は、標準区画としての実績を有しており、地元同意を比較的得やすいと考える。また、キビ作の農業機械は、大型のものも多く、機械効率や農地保全等の各評価項目からも整備地区の大部分を占めることが望ましいと考える。

8 割の基準値については、宮古地区の作付け計画からキビ 70%牧草 10%の作付け面積の確保、土地改良長期計画の各成果目標値 8 割から決定した。

② **①の内 4.0ha 以上の区画を 1 割以上とする。について**

事業地区内における作業受託・経営面積拡大農家への集積・集約を加速する為、その生産基盤の確保を目的とした割合。

③ **1.0ha 未満の区画を地区受益面積占有率 1 割以下とする。について**

集積・集約を行い、宮古地区の作付け計画から施設果樹 3%、施設野菜 4%の作付け面積の確保 1.0ha 以下は、住宅周りが多く、機械効率・農作業上、不都合が多いため。

5 継続検討事項について

5-1 継続検討事項

宮古型機械化営農区画基準（案）を推進する上で、継続して課題の抽出検討を行はなければならない。
検討会で出た代表的な意見・課題を列挙する。

① 農地保全（耕土流出）に対する課題

1 区画が 2.0ha 以上になると流域の拡大、流量増大で畝間破壊、ガリ浸食がおこる。

② 防災工に対する課題

1 区画が 2.0ha 以上になると流域の拡大、流量増大で排水施設の巨大化など。
防風施設の非効率化など

③ かんがい排水施設に対する課題

散水 1 ライン辺りの延長が標準で 100～120m に対する区画辺長が長くなる。

④ 事業費に対する課題

一定勾配の 2.0ha 以上の区画は、無理な造成で事業費増にならないか？

⑤ 換地計画に対する課題

1 農家当たりの所有・経営面積が小さい宮古では、区画が大きいと換地案で地元同意が得られない？

2.0ha 以上の区画を計画するに当たり、高齢・零細農家の理解・同意が得られるよう工夫・意見を継続検討とする。

① 換地計画に対する課題

設置・撤去・再利用できるコンクリート盤で
仮設道（ターン路）を整備

② 造成量・工事費に対する課題

コンター方向と平行に長辺を計画する。
山成工が可能ならば多用する。

