

等高線区画整備による農作業効率および安全性の確保

誌名	水土の知 : 農業農村工学会誌 : journal of the Japanese Society of Irrigation, Drainage and Rural Engineering
ISSN	18822770
著者名	佐藤,太郎 吉川,夏樹 坂田,寧代
発行元	農業農村工学会
巻/号	84巻8号
巻号補足	
掲載ページ	p. 685-688
発行年月	2016年8月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



等高線区画整備による農作業効率および安全性の確保

*Securing Efficiency and Safety of Farmwork by the Introduction of
Parallel Levee Contour Plots*

佐藤 太郎[†]

(SATO Taro)

吉川 夏樹^{††}

(YOSHIKAWA Natsuki)

坂田 寧代^{††}

(SAKATA Yasuyo)

I. はじめに

農地環境整備事業などの基盤整備を進める上では平坦地のみならず傾斜地においても、将来の営農継続を確実にものとするため、機械作業に適した区画形成が求められる。しかし、平坦地と同様に長方形区画で整備した地域では、農道や進入路が急勾配化するほか、区画間法面が長大化し、整備後の営農および維持管理の作業に大きな支障を及ぼす事例が発生している¹⁾。

農林水産省生産局によると、農作業死亡事故は2014年に350件発生しており、その約8割が高齢者によるものである²⁾。また、全350件のうち約3分の2にあたる232件が農作業機械作業に係る死亡事故(機械事故)であった²⁾。事故の原因は、圃場内や道路からの転落・転倒が半数余りを占めている²⁾。一方、死亡事故には至らないものの負傷事故の件数は、農作業安全情報センターの2002年データによると、動力刈払機による事故が機械事故の中で最も多い³⁾。

急勾配の農道・進入路や長大な法面による農作業事故の発生抑制策として、「平行畦畔型等高線区画(以下、「等高線区画」という)」^{1),4)}が挙げられる。図-1のように、長方形区画がもつ畦畔の平行条件を保ちながら、作業の支障にならない程度に区画を少し折り曲

げ、区画拡大を等高線方向に行うことによって、長方形区画と同様の作業効率が確保される。また、畦畔法面や区画間段差、進入路を縮小できるため^{1),4)}、維持管理労力の縮減、安全性の確保の面においても優れている。しかし、等高線区画はすでに設計基準に盛り込まれている技術であるが⁵⁾、導入事例は多くない。

本報では、2011年長野県北部地震において大規模な地すべりが生じた新潟県十日町市(旧松代町)の清水日影地区で実施された等高線区画による農地整備を事例として、中山間地域における省力的で安全な農作業の確保という視点から整備計画の概要について報告する。

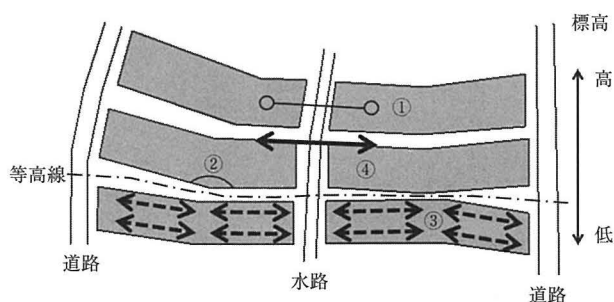
II. 農作業の効率性および安全性への技術的配慮

1. 機械作業に対応した区画形状

(1) 区画の長辺と短辺 等高線区画計画の策定には、新潟大学農学部が開発したGISを活用した区画整理計画作成手法などを導入して実施した(図-2)。本手法の具体的内容については別稿に詳述されている^{4),6),7)}。

従前区画は狭小かつ不整形であったため(図-3)、歩行用の田植機など、人力を中心とする営農形態であった。耕作者はいずれも60歳以上であったことから、後継を見据え機械作業に対応した作業効率の高い区画形状を確保することを整備目標とした。機械の作業効率は長辺と短辺の比が大きくなるほど高くなるため¹⁾、長辺長は地形が許す限り延長を図った(平均長辺長は132.9m(最小53.6m~最大247.0m))。一方、短辺長は6条植えおよび6条刈りの作業機械を想定し、田植え・稲刈りの重複作業(同じ路線を重複して通過すること)の発生しない幅として、最低11mを確保した。

(2) 曲折部の形状 区画に生じる曲折部の作業効率について検討を行った。有田・木村¹⁾は5条植え乗用型田植機を基準にすると、田植機の組合せ走行(曲



満たすべき条件は、①隣り合う耕区の畦畔は等高線方向に連続、
②曲折角は150°以上、③区画の長辺畦畔は平行、④隣り合う耕区
の標高が一致。

図-1 平行畦畔型等高線区画の模式図(引用文献1)を参考に作図)

[†]新潟県新潟地域振興局巻農業振興部農地整備課

^{††}新潟大学自然科学系



等高線区画、隅切り、区画間段差、進入路、効率性、維持管理性、安全性

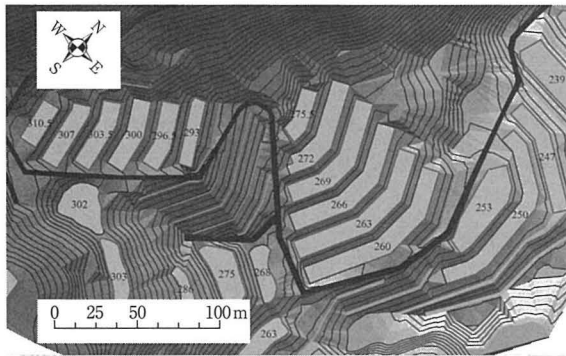


図-2 圃場整備後の区画割図

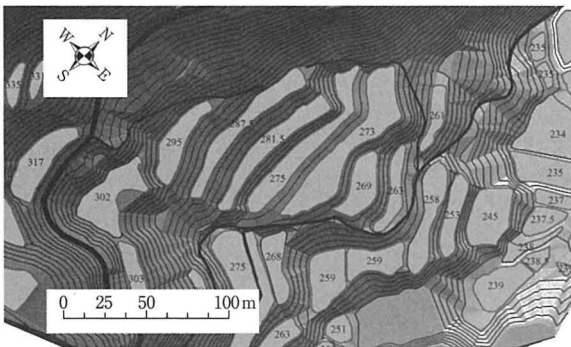


図-3 従前の区画割図

線走行に直線走行を組み合わせた走行)や不作付地(つぶれ地)を解消するには、曲折部の角度(以下、「曲折角」という)を 150° 以上 210° 未満とするのが適当としている。これを参考に、本整備計画においては最小条件である 150° とした。

工事完了後、6条植え乗用型田植機を用いて田植えを実施し、曲折部走行時の作業性についてオペレーターに聴取りを行った。その結果、大きな作業不良は生じなかったが、方向転換時に走行が不自然になるとの指摘があった。また、等高線区画を導入した他地区において8条植え乗用型田植機を使用して実施した走行試験では、内・外輪差によって田植機がその作業幅を大きくはみ出し、想定外の不作付地が生じた(写真-1)。

こうした結果に対応するため、本地区では山側の凸状曲折部に隅切り^{1),4)}を施すことによって、曲折角を緩和する追加工事を行った(写真-2)。再度、走行試験を行った結果、不自然な走行が大幅に抑制されることが確認され、不作付地も解消された(写真-3)。また、オペレーターへの聴取りの結果、曲折部走行時の機械からの転落・転倒に対する不安感が大きく解消されたとの回答が得られ、隅切りによる農業労働環境改善効果が確認された。以上より、等高線区画を検討する際は、今後の作業機械の大型化を考慮し、曲折部への隅切りや畦畔全体を円弧状とした畦畔の導入を図る

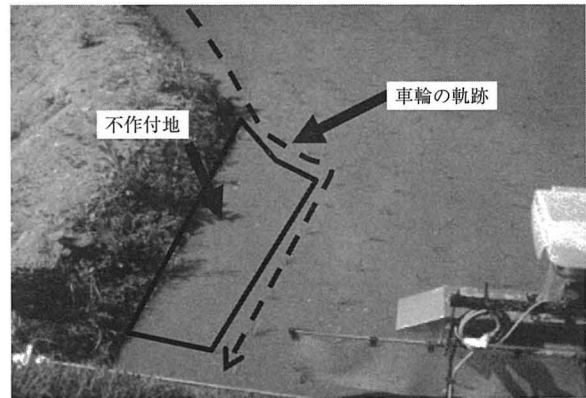


写真-1 田植機車輪の軌跡と不作付地の発生状況

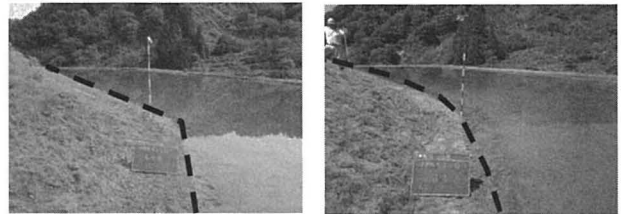
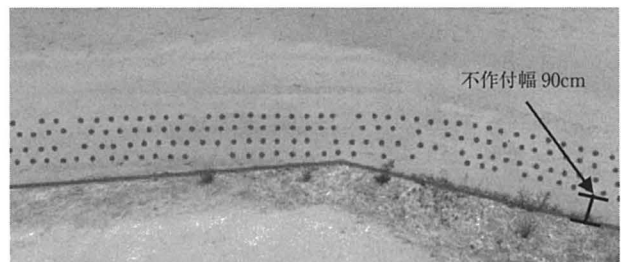
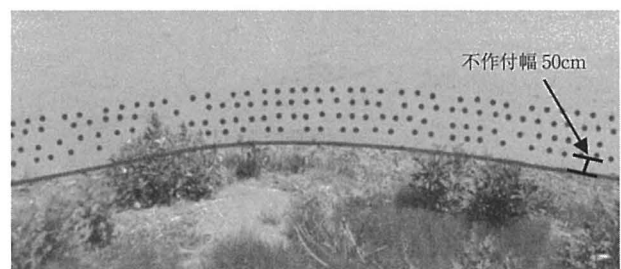


写真-2 曲折部の状況(左:隅切りなし, 右:隅切りあり)



(a) 隅切りなし



(b) 隅切りあり

写真-3 曲折部における植付状況の比較

ことが重要である。

2. 区画間段差の縮小と法面形状の一様化

従前区画の区画間段差は大きく、足場の悪い斜面上での除草作業が強いられていた。また、急傾斜地特有の複雑な地形条件から不規則な凸凹が発生し、躓きによる転倒・滑落などの危険が懸念された。

従前の地形を十分に考慮せず長方形区画を導入しようとする、大きな切盛りが発生し、その結果、長大な区画間段差が生じる。平行畦畔型等高線区画は従前地形の等高線にできる限り沿って区画を配置するた



写真-4 平行畦畔条件を保持した区画形状



写真-6 平坦性を確保した進入路



写真-5 法面への小段設置事例（他地区事例）

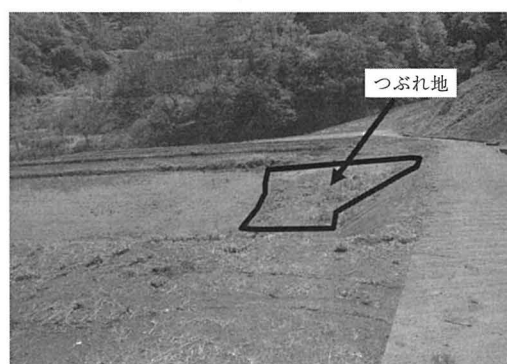


写真-7 進入路箇所生じた平坦なつぶれ地

め、結果として区画間段差の縮減および一様化が図れる（写真-4）。そのため本地区では、設計では刈払機の作業範囲を考慮し¹⁾、作業時に法面作業を伴わない高さとして、区画間段差をおおむね3.0 m 以下とすることを目指した。

ただし、区画間段差と区画幅はトレード・オフの関係にあり、実際には受益者から区画短辺長の最大限の確保が求められ、これに伴う区画形状の変更により段差が3.0 から3.5 m 程度となった。

これに対して、法面上での安定した足場の確保を目的として小段の設置（写真-5）を提案したが、結果的に小段の設置について地区全体の合意形成を図るには至らなかった。そのため、小段は法先への設置について合意が得られた一部の区画で施工されるに止まった。また、法面中間への小段の設置は行われなかった。

今後は、安全性を考慮した畦畔法面形状の確保に向けて、後施工が可能な小段の設置^{8),9)}など、安全対策工の施工を検討することが必要と考える。

3. 進入路の緩勾配化

農道と区画との段差が大きいと進入路が必要となり、つぶれ地が発生することに加え、進入路が急勾配となり、機械の進入作業に危険が伴う。特に複雑な地形に画一的な長方形区画を配置すると、大きな段差が生じることによって、急勾配の進入路が形成されるこ

とも少なくない¹⁰⁾。本事例では、まず区画拡大を等高線方向に行う等高線区画を採用したことにより、進入路規模の縮小を図った。さらに、農道の縦断計画を区画配置計画と調整することにより、区画の短辺側端部の標高がおおむね道路標高と一致するようにした。これにより、進入路の規模が大幅に縮小し、区画の短辺側端部の標高が進入路を設置せずに区画に進入することが可能となった箇所もみられた（写真-6）。

また、等高線区画による区画や農道を効果的に配置することによって、必要な水田面積を確保した上で、圃場短辺部に平坦なつぶれ地が生じた（写真-7）。急傾斜地におけるつぶれ地は一般的には否定的に論じられることが多いが、本事例のような平坦なつぶれ地は、急傾斜地に発生するつぶれ地とは異なり、有効活用を図ることが可能である。たとえば、一般的に平坦地の圃場整備に適用される技術である農道ターン方式⁵⁾の用地のほか、幅員が農業用機械のすれ違い走行が困難な狭小な農道における退避場などが想定される。特に、等高線区画による圃場整備では、つぶれ地となる面積が発生する可能性や、その有効利用についても十分検討を行うことが重要である。

III. 今後の方向性と課題

これまで現地実験により提唱されてきた農業機械の走行に支障のない曲折角（150°以上210°未満）の適合

性について、等高線区画圃場で検討を試みた事例は初めてである。本事例は中山間地における将来的な営農再編などを見据え、より大型な農業機械の導入を視野に入れ、現地試験・検討を行った。その結果、大型機械の導入には、その走行性や走行に伴う農業者の心理的安定を考慮すると、曲折部における隅切りの設置など、端部処理の重要性が見いだされた。これまで、隅切りの設置は、曲折角を150°より鋭角となる場合の対策工として提唱されてきた¹⁾。しかし、今後は、将来的な大型機械の導入という視点から、隅切りや円弧状畦畔の設置などの対策工を積極的に導入することが望ましい。

従来、急傾斜耕地における安全な作業環境の形成には、畦畔法面の除草作業や農業機械の圃場への乗入れ環境の改善の重要性が指摘されてきた¹⁾。本事例では、その改善に向けて、圃場田面高の調整により区画間段差や進入路規模の縮小を検討した。これらの作業には、圃場の計画田面高と計画道路高の相互的かつ高度な調整を必要とした。つまり、効率的な区画形状の確保と安全な農道勾配を共に満たした上で、区画間段差や進入路規模の条件確保を図らなくてはならなかった。今回の設計検討では、通常の設計用ソフトウェア(CAD)ではなく、汎用のGISソフトウェアを活用した⁷⁾。GISソフトウェアは地理情報などの多様なデータ形式が利用可能であり、高度な演算機能を簡便に行うことが可能である。その利点を生かし、計画区画高や農道縦断計画などについて、短期間のうちに多くの試行作業などを含めた調整を実施することができた。複雑な地形条件を呈する中山間地域の圃場整備計画では、平場地域の圃場と比較して、区画形状や用排水路や農道などの農業用施設の配置計画に多大な労力を必要とする。これらの設計作業の最適化を図る上でGISソフトウェアによる設計手法は有効な手法であり⁷⁾、今後の技術的普及が望まれる。

なお、これらの調査研究は、新潟県農地部が実施する官学連携による「環境にやさしい田園整備新技術創造事業」の調査研究費を用いたものである。

謝辞 本研究の実施に当たっては、新潟大学自然科学系フェローの有田博之先生から、多くの有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表します。

引用文献

- 1) 有田博之, 木村和弘: 持続的農業のための水田区画整理, 農林統計協会 (1997)
- 2) 農林水産省生産局: 平成26年に発生した農作業死亡事

故の概要, 平成28年4月28日付けプレスリリース, <http://www.maff.go.jp/j/press/seisan/sien/160428.html> (参照2016年5月31日)

- 3) 農作業安全情報センター: 農業機械傷害事故調査結果(平成14年), <http://www.naro.affrc.go.jp/org/brain/anzenweb/fusyou/fusyou14.html> (参照2016年5月12日)
- 4) 有田博之, 木村和弘, 吉川夏樹: 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—, 農林統計協会 (2013)
- 5) 農林水産省農村振興局: 土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 計画「圃場整備(水田)」, 農業農村工学会 (2013)
- 6) 佐藤太郎, 二村健一, 水津未穂, 吉川夏樹, 有田博之: 地すべりにより被災した棚田の復旧—GISとレーザープロファイラを活用した等高線区画整理の計画—, 日本地すべり学会誌 51(5), pp.17~22 (2014)
- 7) 吉川夏樹, 有田博之, 三沢真一: GISを活用した傾斜地耕地における区画整理計画作成の簡便化, 水土の知 77(12), pp.31~35 (2009)
- 8) 内川義行, 田村孝浩, 松井正実: 畦畔法面の除草作業環境の現状と事故防止のための新たな改善方策, 水土の知 84(4), pp.29~32 (2016)
- 9) 内川義行, 木村和弘, 平田あゆみ: 名勝指定された棚田における作業環境改善を目的とした圃場形態の改変—長野県・姨捨棚田における除草環境の改善事例—, 農業農村工学会論文集 269, pp.39~45 (2010)
- 10) 木村和弘, 瀬戸太郎: 山間急傾斜地水田の進入路の実態と農家による安全対策, 農土誌 58(1), pp.31~37 (1990)

[2016.6.27.受理]

佐藤 太郎 (正会員)



略 歴
1980年 宮城県に生まれる
2004年 岩手大学大学院農学研究科修士課程修了
新潟県入庁
2014年 新潟地域振興局巻農業振興部
現在に至る

吉川 夏樹 (正会員)



1970年 東京都に生まれる
2006年 東京大学大学院農学生命科学研究科博士課程修了
新潟大学災害復興科学センター特任助手を経て
2011年 新潟大学自然科学系准教授
現在に至る

坂田 寧代 (正会員)



2002年 京都大学大学院農学研究科博士後期課程修了
(財)日本グラウンドワーク協会, 石川県農業短期大学, 石川県立大学を経て
2012年 新潟大学自然科学系
現在に至る

5. 等高線区画整備による農作業効率および安全性の確保

佐藤 太郎・吉川 夏樹・坂田 寧代

傾斜地において、平坦地と同様に長方形区画による圃場整備を実施した地域では、農道や進入路の急勾配化や区画間法面の長大化などにより、整備後の営農および維持管理の作業に大きな支障が生じている。本報では、新潟県内で災害復旧の一環として実施された農地整備を事例として、省力的で安全な農作業の確保という視点から整備計画の概要について報告する。区画形状は作業機械の大型化を考慮し、区画の曲折部は隅切りや円弧状畦畔とし、農業機械の走行を円滑にすることが重要であることを指摘した。また、区画への乗入れ環境の改善など、等高線区画の導入効果を紹介するとともに、中山間地域の農地整備について、今後の方向性と課題について論じた。

(水土の知 84-8, pp.19~22, 2016)



等高線区画, 隅切り, 区画間段差, 進入路, 効率性, 維持管理性, 安全性