

中鹿追地区における 除礫工法の検討及び課題について

帯広開発建設部 鹿追地域農業開発事業所 ○川辺 明子
古川 英二
林 進

国営農地再編整備事業「中鹿追地区」では、作土層から未風化礫が露出し営農の支障となっていることから事業で礫の除去（除礫）を行っている。除礫は、礫を除去するストーンローダ工法が一般的であるが、本地区では礫を破砕して農地に還元するストーンクラッシャー工法も実施している。本報告では、各工法の作業時間などを比較した結果と課題、除礫の効果を把握するために礫による支障があるほ場と除礫の予定がないほ場での農作物の収量等を比較した結果を報告するものである。

キーワード：除礫、礫破砕、ストーンクラッシャー、ストーンローダ、収量調査

1. はじめに

国営農地再編整備事業「中鹿追地区」は、北海道十勝総合振興局管内河東郡音更町及び鹿追町に位置し、十勝川支流の然別川左岸に拓けた畑作・酪農地帯である。本地区は、区画整理と農地造成を一体的に行い、生産性の高い基盤の形成と土地利用の整序化を通じて、農業経営の合理化と効率的な土地利用を図り、農業の振興を基幹とした本地域の活性化に資することを目的としており、平成 21 年度に着工し平成 28 年度に完了を予定している。

本地区の区画整理で行っている除礫は、作土内の礫を除去する一般的なストーンローダ工法と作土内の礫を破砕して農地に還元するストーンクラッシャー工法である。本報告では、除礫工法の違いによる作業効率とほ場内の礫が農作物の収量に与える影響についての調査を行った。また、施工業者と受益農家への聞き取り調査を行ったのでその報告を行う。

2. 作業時間計測調査

(1) ほ場選定と調査の状況

本調査では、除礫工法ごとに作業時間計測を行うとともに、施工業者への聞き取り調査も同時に実施した。調査位置を図-1 に示す。

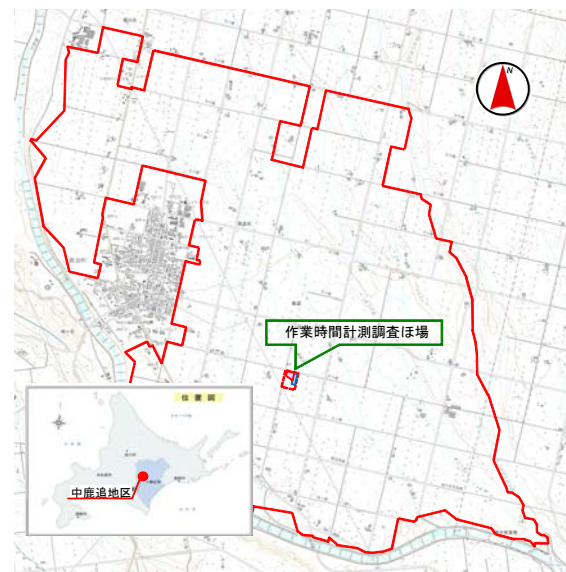


図-1 調査位置図

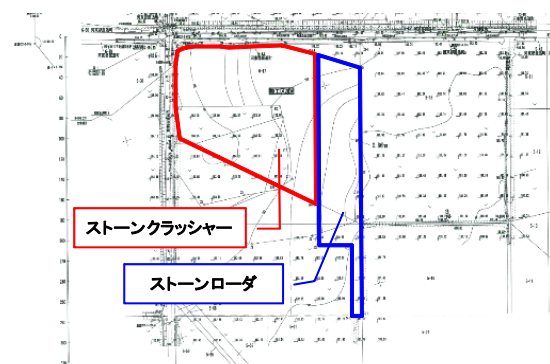


図-2 調査ほ場



写真-1 ほ場で確認された石礫



写真-2 ストーンクラッシャーによる石礫破碎状況
(右下の写真はクラッシャーの金属歯)

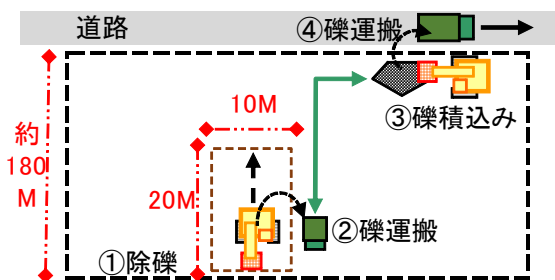


図-3 作業時間計測時の走行ルート模式図
(ストーンローダ工法)

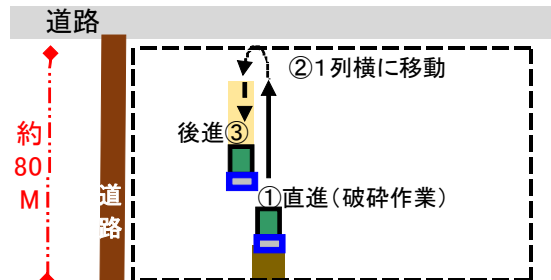


図-4 作業時間計測時の走行ルート模式図
(ストーンクラッシャー工法)

作業時間計測調査は、ストーンローダ工法とストーンクラッシャー工法それぞれの作業時間を計測し比較するものである。調査ほ場は、地形や土壌等の条件に左右されないように、同一ほ場で2つの工法を用いるほ場を選定した(図-2)。調査は、作付作物の違いからストーンローダ工法は平成24年6月中旬(小麦作付前)、ストーンクラッシャー工法は平成24年9月中旬(ばれいしよ収穫後)に行った。除礫前のほ場では5cm~20cm程度の石礫が非常に多く確認された(写真-1)。作業時間の計測は、ストップウォッチを使用し、走行ルートを把握するために作業機械にGPSを設置して行った。

ストーンローダ工法は、石礫除去用のバケットを装着したバックホウにより土をふるい落として作土内の石礫を取り除く工法である。バケットに残った石礫をクローラダンプに積み込み、ほ場内の礫置場へ運搬した後に、ほ場外に搬出する(図-3)。除礫後は、ふるい落とされた表土を均すためブルドーザにて整地を行う。

一方、ストーンクラッシャー工法は、けん引トラクターの後部に取り付けた金属歯付きのローラーで作土内の石礫を破碎する工法である(写真-2)。耕起作業を行い、作土を膨軟にしてからクラッシャーで石礫を破碎する。機械走行後は破碎作業に伴ううねができるため、ストーンローダと同様に整地作業を行う。今回の調査ほ場では往復での作業は行わず1方向の作業であった(図-4)。

(2) 施工後の状況

ストーンローダ施工ほ場の石礫除去前の含礫率は



写真-3 ストーンローダ施工後のほ場断面



写真-4 ストーンクラッシャー施工後のほ場断面

14.3%で、除去作業により粒径3cm~30cmの石礫が除去され、施工後の粒径3cm以上の残礫率は0.2%であった。施工後のほ場断面を写真-3に示す。ストーンクラッシャーによる石礫破碎前の含礫率は14.6%で、破碎後の残礫率は0.3%であった。施工後のほ場の断面は写真-4のとおりである。

(3) 調査結果

作業時間計測の結果を表-1、表-2に示す。ストーンローダ工法は、石礫除去作業と並行して3つの作業（除去した礫のほ場内運搬、堆積した礫のほ場外運搬、除礫後のほ場均平）が同時に行われる。作業時間が長かった除去した礫のほ場内運搬、堆積した礫のほ場外運搬、除礫後のほ場均平をストーンローダ工法の作業時間と考えると、一工程の作業時間は122.66hr/haであった。ストーンクラッシャー工法では、クラッシャー作業前の畑起こし、クラッシャーによる礫の破碎作業、除礫後のほ場均平の一連の作業時間は50.00hr/haであった。また、各工法における作業員はストーンローダ工法は4名、ストーンクラッシャー工法は2名であった。

今回の調査では、同じ面積を施工する場合、ストーンクラッシャー工法は従来工法のストーンローダ工法よりも作業時間、労働力ともに1/2程度であった。

表-1 ストーンローダ工法 ha 当たり作業時間

工法	作業状況			ha 当たり作業時間
	作業機	主な作業内容	作業員	
ストーンローダ	①ストーンローダ (1台目)	石礫除去	1名	100.00 hr/ha
	②クローラードンプ (1台)	除去した礫のほ場内運搬 (ストーンローダでトラックに積み込み)	1名	105.33 hr/ha
	③ストーンローダ (2台目)	堆積した礫のほ場外運搬 (ストーンローダでダンプに積み込み)	1名	9.83 hr/ha
	④ブルドーザ (1台)	除礫後のほ場均平	1名	7.50 hr/ha
計			4名	222.66 hr/ha 122.66 hr/ha

注1: 除礫後に行う均平作業の時間は、施工業者への調査結果より設定した。
注2: ha 当たり作業時間の下段は、①と②の作業で石礫除去の一工程と考え、調査区画内での作業時間は②+③+④の合計時間とした。

表-2 ストーンクラッシャー工法 ha 当たり作業時間

工法	作業状況			ha 当たり作業時間
	作業機	主な作業内容	作業員	
ストーンクラッシャー	①クローラートラクター + ブラッシュプレカ (1台)	クラッシャー作業前の耕起	1名	3.50 hr/ha
	②クローラートラクター + クラッシャー (1台)	クラッシャーによる礫の破碎		39.00 hr/ha
	③ブルドーザ (1台)	除礫後のほ場均平	1名	7.50 hr/ha
計			2名	50.00 hr/ha

注1: ストーンクラッシャー作業前に行う耕起作業の時間は、施工業者への調査結果より設定した。
注2: 除礫後に行う均平作業の時間は、施工業者への調査結果より設定した。

(4) 除礫を行った施工業者への聞き取り調査

ストーンローダ工法とストーンクラッシャー工法について、施工業者への聞き取り調査を実施した(表-3)。

ストーンクラッシャー工法は排礫材が発生しないとい

表-3 施工業者への聞き取り結果

	ストーンクラッシャー工法	ストーンローダ工法
機械	作業機械が少ないため、調達が難しい場合がある。	バックホウの先端部を石礫用の「バケット」に替えることで除礫が可能になるので、作業機の調達が容易である。
石礫	やや石礫の取り残し(砕き残し)が出る。	石礫の取り残しがない。
排礫	石礫を破碎してほ場内に還元するので排礫が発生しない。	石礫を除去するため、排礫が発生し、石礫の運搬作業が伴う。
土壌	作土より深い土層との土の混ざり方が少ないので、作土への影響が少ない。	石礫除去分の作土を確保するため、深掘りして石礫を除去するため、下層土が混ざる量が多い。

う利点があるが、石礫を破碎するのに適した作業速度で走行しない場合には、石礫の砕き残しが発生することがある。また、機械の保有台数が少ないことから収穫後などの施工が集中する時期に機械の調達が困難な場合があるとのことであった。それに対して、ストーンローダは機械の調達がストーンクラッシャーより容易であるが、作土内から礫を取り除くので除礫後の作土深を確保するためには下層土を混ぜなくてはならないという点が挙げられた。

3. 除礫の効果検証

(1) 収量調査の概要

収量調査では、石礫が農作物に与える影響を調査するために、石礫による支障があることでストーンクラッシャーによる除礫を予定しているほ場(以下、試験区という)と除礫を予定していないほ場(以下、対照区という)で、収量や規格外品の発生状況を調査した。調査対

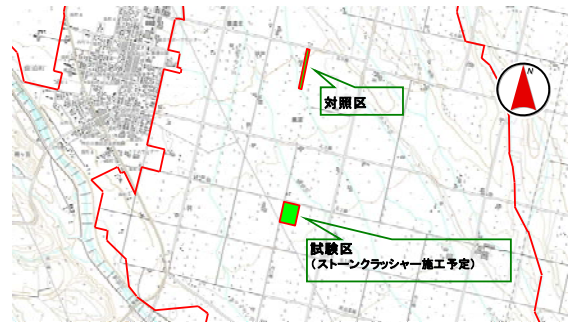


図-5 ばれいしょ収量調査ほ場位置



写真-5 試験区



写真-6 対照区

象作物は根茎作物のばれいしょとし、栽培体系が大きく異なることがないように、同一農家のほ場で調査を実施し、同時に除礫を行った受益農家への聞き取り調査を行った(図-5)。

(2) 収量調査状況

収量調査は、試験区と対照区で目視(形、色)による確認と計量を行った。

試験区のほ場は、地表面に非常に多くの石礫が目視で確認でき、さらにばれいしょが露出している状況も確認された(写真-5)。対照区は、試験区に比べて地表面の石礫が少なかった(写真-6)。

(3) 収量調査結果

試験区と対照区における収量(総収量、規格内収量、規格外・異常果収量、製品率)を表-4に示す。

試験区の収量は、対照区に比べて総収量で約4%上回るものの、製品率(規格内収量から空洞果を差し引いた製品収量を総収量で除した値)では約10%低く、対照区よりも低い結果となった。規格別収量は、100g~120g未満と120g~190g未満のそれぞれの規格で個数及び重量ともに試験区は対照区より下回った。しかし100g以下の規格では、各規格で試験区の方が上回っていることから、試験区は対照区と比べて小玉傾向にあったことが

表-4 ばれいしょ収量

試験区分	総収量								製品率(%)	
	規格内収量			うち空洞果		規格外・異常果収量				
	個数(個)	重量(g)	10a収量(kg)	個数(個)	重量(g)	個数(個)	重量(g)	個数(個)		
試験区	212	13,210	3,963	97	10,306	0	0	115	2,904	78.0
対照区	155	12,735	3,821	109	11,489	2	294	47	1,245	87.9

表-5 ばれいしょ規格別収量

規格	試験区			対照区			備考
	個数	割合	重量(g)	個数	割合	重量(g)	
340g以上	0個	0%	0	0個	0%	0	規格外
300g~340g未満	0個	0%	0	0個	0%	0	規格内
260g~300g未満	0個	0%	0	0個	0%	0	規格内
190g~260g未満	2個	1%	394	1個	1%	192	規格内
120g~190g未満	26個	14%	4016	39個	25%	5,361	規格内
100g~120g未満	18個	9%	1968	24個	15%	2,493	規格内
70g~100g未満	34個	18%	2883	33個	21%	2,806	規格内
50g~70g未満	17個	9%	1045	12個	8%	637	規格内
40g~50g未満	10個	5%	447	9個	6%	425	規格外
40g未満	84個	44%	994	38個	24%	1,246	規格外
計	191個	100%	11,747	156個	100%	13,160	
1戸当たり重量			62			84	
その他異常果	21個		1,463	1個		132	規格外

注：規格(重量)区分は、J A産通町資料を元に作成した。



写真-7 生理障害(緑化)

わかる(表-5)。

試験区は石礫が多いため、少量の降雨でうねが崩れやすく、ばれいしょが地表に露出し生理障害(緑化)が発生していた(写真-5、7)。このことが、製品収量の低下につながったと考えられる。以上から、試験区で除礫を行うことでうねが崩れにくくなり、結果的にばれいしょの地表への露出が減ることで、対照区並みの製品収量が得られることが期待される。

(4) 除礫を行った受益農家への聞き取り調査

ストーンローダ工法で除礫を行った受益農家とストーンクラッシャー工法で除礫を行った受益農家において、それぞれの工法についての聞き取り調査を実施した(表-6)。

ストーンローダ工法の選択理由としては、石礫の除去による作業効率や生産性の向上が挙げられる。ストーンクラッシャー工法はストーンローダ工法と比べて施工期間が短いことと工事費用が安価であることが特徴であり、大~中礫(粒径5~20cm)が破碎されて小礫(粒径3cm未満)になることで、ストーンローダ工法と同様に施工後ほ場の作業効率や生産性が向上したと評価され、除礫による効果が発現していると考えられる。

表-6 受益農家への聞き取り結果

	ストーンクラッシャー工法(3戸)	ストーンローダ工法(3戸)
選定理由	・除礫の施工工期が短期間である。 ・除礫にかかる費用が安価である。 ・礫の大きさが10cm程度なら作業できる範囲と考えているが、事業で除礫するならば3cm以下にしたい。	・石礫除去の確実性から選定した。 ・クラッシャーはばれいしょ等の傷つきが心配である。 ・クラッシャーで破碎しても礫が残るので、機械の摩耗が心配される。
作業効率	・石礫による作業への支障はなくなった。(スリップ、石詰り等による作業中断がなくなった)	・石礫による作業への支障はなくなった。(耕作深30cmの確保が容易になった)
作業機械	・作業機械の故障がなくなった。	・作業機械の故障がなくなった。
作物品質	・石礫による傷つきが心配されたが、ばれいしょへの打撲や傷つきが殆ど見られなかった。	・石礫が除去されて畝の法崩れも少なくなり、ばれいしょの緑化被害が減って商品化率が向上した。
ほ場	・ほ場内に礫が残るので、地表面の低下がない。	・石礫を取り除いた分だけ、地表面が低下する。
土壌	・ほ場内に礫が残るので、締まりにくい膨軟な土壌になるのではないかと。	・石礫を取り除いた分だけ、下層にある土壌を耕作土とするため、混ざり合っ土質が悪くなる場合がある。 ・除礫後は、ほ場の透水性が低下したように感じる。

4. まとめ

(1) 作業時間計測調査

ストーンクラッシャー工法はストーンローダ工法と比べて単位当たりの作業時間が1/2以上短くなり施工期間の短縮に優れた結果となった。しかし、施工業者への聞き取りではストーンクラッシャーの台数が少ないため、春の播種前と苗の作付け前および秋の作物収穫後の施工可能時期での機械調達のための地区内外における調整が難しい問題を抱えている。これに対してストーンローダは作業機械(バックホウ+石礫除去用バケット)の調達

が比較的容易なことから、複数台投入することで施工期間を短縮することが可能である。

(2) 除礫による営農作業と品質検証に向けて

農家への聞き取り調査の結果、「作業効率が向上した」、「作業機械の故障がなくなった」、「ばれいしょの商品化率が向上した」等、両工法でそれぞれ良好な回答が得られた。また、ばれいしょの収量調査においても石礫を除去することで製品化率の向上が期待されるという結果が得られた。

5. 今後に向けて

本調査は、平成22年度から平成24年度までの3年間実施しており、除礫工法の違いについての調査は、平成24年度から実施している。ストーンクラッシャー工法は、ストーンローダ工法と比べて施工時間が短く安価である

が、機械台数が限られていることや本工法で施工した農家が少ないこと、施工後の経過年数の短さから実測による作業時間の検証、品質向上の検証に必要なデータの蓄積は充分ではない。そのため、今後の調査では、ストーンローダ施工後およびストーンクラッシャー施工後のほ場の作業時間計測調査や除礫施工後のほ場でのばれいしょ収量調査及び収穫作業時の傷つき確認調査を継続して行い、工法の違いによる営農作業や作物品質の検証を行っていききたい。また、本地区は礫質灰色低地土などの土壌統に位置していることから作土層に未風化礫が出現しやすく、除礫後も石礫が出てくることが考えられる。このため、除礫後における石礫の出現状況に着目したほ場状態の変化を検証する調査についても検討する必要があると考えている。

謝辞：現地調査および本文の執筆にあたり、酒井邦晴氏をはじめとする（株）地域計画センターの関係各位ならびに調査に御協力を頂いた関係各位に感謝の意を表す。