

飼料イネ収穫機の走行安定化法



平成20年3月

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構
中央農業総合研究センター・北陸研究センター

目 次

1. 飼料イネ収穫機の走行について	1
2. 地耐力を向上させる管理条件	1
3. 機械走行の可否を判定する方法	2
1) 走行の可否判定とは	
2) 圃場の地耐力の調査方法	
3) 機械の走行性の算出方法	
4) 走行可否の判定事例	
4. 地耐力に影響する要因	3
1) 土壌水分と地耐力の関係と圃場内での状況	
2) 収穫時期の積算降水量による地耐力の変化	
3) 栽植密度と地耐力の関係（参考）	
5. 参考文献	4

表紙の写真

- 左上：飼料イネ専用収穫機による収穫の様子
- 右上：地耐力に影響する地表面の乾燥と亀裂の状況
- 左下：SR-2型土壌抵抗測定器による地耐力調査の様子
- 右下：大雨による軟弱地で走行不能になった状況

このマニュアルでは、飼料イネ収穫を安定して作業するために、収穫機械の走行の可否判定の方法について具体的な調査方法や算出方法を紹介します。加えて、実際の可否判定事例や地耐力に影響する要因について紹介します。

1. 飼料イネ収穫機の走行について

農業機械で作業走行する場合、走行する圃場の地耐力によって対象となる機械が作業走行できるか否か（走行の可否）が決定します。湛水状態の水田では田植え機のような軽量の機械は走行できますが、コンバインなど比較的重い機械は作業できません。特に、北陸地域など重粘土質の水田では一般的に軟弱な水田が多く、中干しなどによって収穫期にむけて地耐力を向上させています。そのため、飼料イネの収穫では、従来の牧草用ハーベスタやロールベアラ等では安定した収穫作業が困難と考えられ、比較的軽量の飼料イネ専用収穫機などが開発・市販されており、水田に対応した自走式ラップマシンなどと組み合わせた収穫機械体系が構築されています。しかし、中干しなどによって収穫期までに十分に地耐力を向上させても、収穫期に降雨が多いと地耐力が低下し、収穫期後半では機械の走行や作業が困難な状況が発生する場合があります。一方、飼料イネを含んだ輪作体系では、食用稲や麦と作業競合しないよう収穫期間が限定されることから、地耐力が高い圃場であれば、牧草用収穫機を用いて、一定の期間に効率的に収穫することが期待できます。

本マニュアルで紹介する収穫機械の走行の可否判定手法は、このような問題に対応でき、圃場の地耐力の状況に応じた効率的な収穫機械および体系の選択、作業計画の立案に活用することができます。

2. 地耐力を向上させる管理条件

飼料イネ収穫時に機械が安定して作業走行できる管理条件として、下記の3つの管理を数週間の天気予報に留意しながら行うことが必要です。これら①～③の管理によって、収穫初期に十分な地耐力は確保できます。

①溝切り：排水性の向上と入水時に効率的に配水させるために溝切りを行います。圃場全体を均一に乾燥させ、水管理するために重要です。1 ha規模の面積は当然のこと、30a程度の小面積でも効果があります。

②中干し：天候の良い期間で10日間程度の亀裂が入る程度（図1）の十分な中干しを行います。中干し以降は収穫まで間断灌漑します。早期収穫であれば強



図1 中干し後の地表面

めの中干し（地面の亀裂は大きくなる）も可能ですが、収穫時期が食用稲より後半なら降雨対策のため地面の亀裂が拡大しないよう丁寧に間断灌漑します。

③落水：収穫までの天候を考慮しながら収穫2～3週間前には落水します。収穫期は出穂後30日の黄熟期を想定しています。

3. 機械走行の可否を判定する方法

1) 走行の可否判定とは

ここで用いる走行の可否判定手法は、WES（米国陸軍水理研究所）にて軍事目的に開発されたものです。下図のように車両諸元などを表す車両指数VCI（vehicle cone index）と地耐力を表すコーン指数CI（cone index）を比較して、可否を判定する手法です。



車両指数VCIとコーン指数CIを比較する

$VCI < CI \rightarrow$ 走行可 ○

$VCI > CI \rightarrow$ 走行困難 ×



以下に具体的方法を説明します。

2) 圃場の地耐力の調査方法

圃場の地耐力を示す指標として、コーン指数CIを測定調査します。測定はSR-2型土壤抵抗測定器DIK-5501（D社）などの貫入式土壤硬度計を用いて、荷重をかけながらコーン（円錐）が貫入する際の深さごとの反力を記録し、地表0～15cmの平均値をコーン指数CIとします。なお、コーン指数の単位CIは米国式のためlb/in²であり、参考までに日本式のSR-2型の単位MPaやkgf/cm²からの単位換算は、1MPa=145.04CI、1 kgf/cm²=14.22CIです。

貫入式土壤硬度計がない場合の地耐力の簡便な測定方法として、片足のかかるとに全体重をかけたときの足跡の深さが、約0 cmでコーン指数100CI以上、1 cm以下で58CI以上、5 cm以上で42CI以下と大まかに推定できます。

3) 機械の走行性の算出方法

機械の走行性を示す指標として、機械の走行部の仕様からどの程度優れた走行性を発揮できるのか、次の式により求めた値が車両指数VCIです。ここでは農業機械化研究所にて日本の農業機械用に簡略化した概略式を用います。下記に、実際の飼料イネ専用収穫機と自走ラップマシンの車両指数VCIを求めた例を示します。

$$VCI = (871W/b^2l) + 24.8$$

W：重量(kgf)、b：履帯幅(cm)、l：接地長さ(cm)

表1 車両指数VCIの算出例

機 械	積載	W重量(kgf)	b履帯幅(cm)	l接地長(cm)	接地圧(kPa)	VC/車両指数
専用収穫機 Y社 YWH1400 A	あり	3300	40	155	26.1	36.4
自走ラップマシン T社 SW1010W	あり	1310	28	112	20.5	37.8

積載あり：ロール200kg、人60kgとし、Wに追加

4) 走行可否の判定事例

実際の飼料イネ圃場にて調査したコーン指数と収穫に用いた収穫機械の車両指数VCIによる走行の可否判定例を図2に示します。専用収穫機と自走ラップマシンのVCIより大きいコーン指数37.8CI以上で走行可能の判定となり、実際にその圃場での作業走行は可能(図2の青色の横棒)でした。また、VCIより小さいコーン指数では、圃場の一部で走行できても、大部分もしくは一部ですべり率の増大による作業性の低下や走行困難(図2の黄色や赤色の横棒)であることがわかります。また、コーン指数50CI以上の圃場では、4輪トラクタでも走行可能と判定されるので、牧草用収穫機も利用できると判断できます。

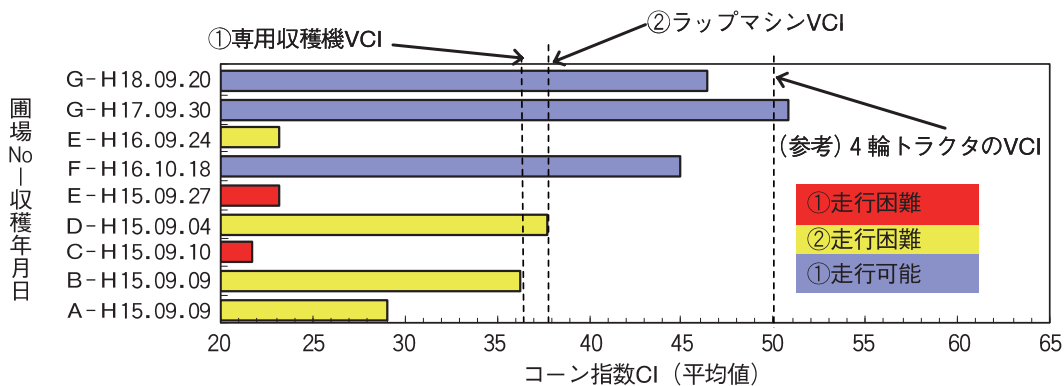


図2 圃場のコーン指数と車両指数VCIの比較

4. 地耐力に影響する要因

1) 土壌水分と地耐力の関係と圃場内での状況

図3は土壌水分と地耐力の関係を示した図です。土壌水分が高くなると、当然地耐力は低くなり直線的に変化します。そのため、中干しや溝切りによる土壌乾燥が不十分な地点では、図4のような走行性のムラが発生します。図4は収穫時の機械のすべり率の発生状況を圃場内でマップ化したものです。このように予め過去の走行状況などから地耐力が大きく異なると推測される圃場では、全体的に地耐力調査し、可否判定状況をマップ化することで、降雨状況に応じて部分収穫するなど総合的に作業判断することが可能です。

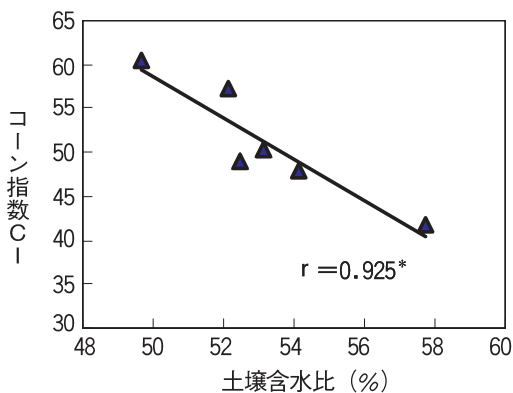


図3 土壌水分と地耐力の関係

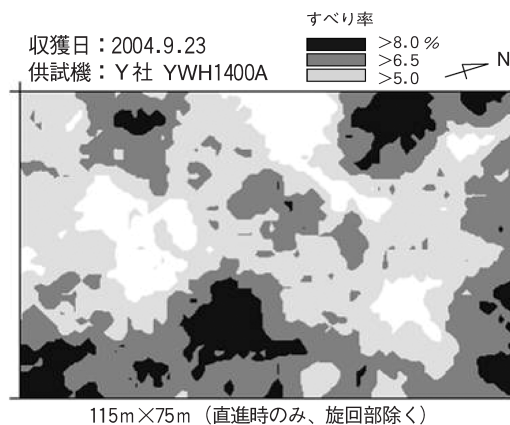


図4 収穫機のすべり率マップ

2) 収穫時期の積算降水量による地耐力の変化

図5は収穫時期の積算降水量と地耐力の関係を示した図です。収穫10日前から収穫日までの積算降水量が多くなると、地耐力を示すコーン指数CIは直線的に小さくなります。このことから、予め地耐力を調査しておけば、調査日からの積算降水量によって地耐力を推定したり、走行可能な積算降水量の上限を把握することができ、圃場ごとの状況に応じた効率的な作業計画が可能です。

3) 栽植密度と地耐力の関係（参考）

図5は栽植密度と収穫機の沈下量の関係を示した図です。栽植密度が高いと結果的に地耐力が向上し、収穫機の沈下量が小さくなります。地耐力が低いと想定される地点の栽植密度を高くすることで地耐力を部分的に向上できる可能性が考えられますが、未検証なので適用には留意してください。

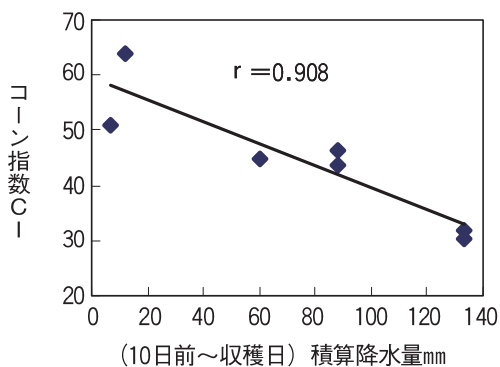


図5 積算降水量と地耐力の関係

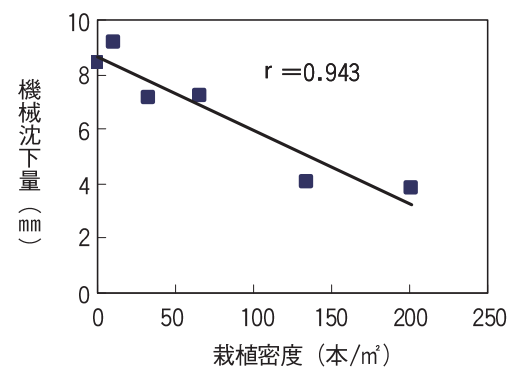


図6 栽植密度と地耐力の関係

5. 参考文献

- 1) ヤンマー (2003)：飼料コンバインベアラYWH1400A取扱説明書
- 2) タカキタ (2003)：自走ラッピングマシンSW1010W取扱説明書
- 3) 大起理化工業 (2003)：土壌抵抗測定器 (SR-2型) DIK-5501取扱説明書
- 4) 農業機械学会編 (1984)：新版農業機械ハンドブック, 356-357
- 5) 農業機械学会編 (1996)：生物生産機械ハンドブック, 348-350
- 6) S. J. Knight, D. R. Freitag (1962)：Measurement of soil trafficability characteristics, Tran. ASAE., 5(2),121-124
- 7) 金須正幸, 国府田佳弘, 八木 茂, 瀬山健次 (1966)：乗用トラクタの走行・牽引および耕耘性能に関する研究, 農業機械化研究所報告
- 8) 田中 孝, 笈田 昭 (1993)：車両・機械と土系の力学-テラメカニクス-, 62-72
- 9) 大嶺政朗, 帖佐 直, 細川 寿 (2006)：水稻の栽植条件が地耐力および収穫機の走行性に及ぼす影響, 農業環境工学関連7学会2006年合同大会講演要旨集, CD-ROM
- 10) 大嶺政朗, 帖佐 直, 細川 寿 (2007)：重粘土水田における収穫時期の降雨による地耐力低下と走行可否のモデル化, 農業機械学会関東支部第43回年次大会講演要旨集, 34-35

この技術マニュアルは平成15～19年度地域農業確立総合研究「北陸における高品質大麦－飼料用イネ輪作システムの開発」において得られた成果である。

執筆者および研究担当者

中央農業総合研究センター

大嶺 政朗（執筆者、現九州沖縄農業研究センター）、
帖佐 直、細川 寿

問い合わせ先

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構

中央農業総合研究センター 北陸研究センター

北陸大規模水田作研究チーム

〒943-0193 新潟県上越市稲田 1-2-1

TEL：025-523-3218 FAX：025-524-8578

発 行

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構

中央農業総合研究センター 北陸研究センター

〒943-0193 新潟県上越市稲田 1-2-1

TEL：025-523-4131 FAX：025-524-8578

ホームページ <http://narc.naro.affrc.go.jp/inada/>

memo
