

平成25年度 成績概要書

課題コード（研究区分）： 3105-217531 （経常研究）

1. 研究成果

- 1) 研究成果名：耕うん・収穫時における簡易燃料消費量推定法
（研究課題名：農作業体系における燃料消費量の評価）
- 2) キーワード：燃料消費量、所要動力、PTO 負荷率、定格出力、作業シミュレーション
- 3) 成果の要約：ロータリハロー とボトムプラウについて土壌の種類毎に耕うん出力と走行抵抗力を推定し、トラクタ定格出力毎の燃料消費量の推定法を新たに開発した。耕うん作業機の旋回や収穫作業時の排出、移動など各作業行程の燃費を明らかにし、作業シミュレーションを行って圃場作業燃費の簡易推定法を提示した。

2. 研究機関名

- 1) 担当機関・部・グループ・担当者名：中央農試・生産研究部・生産システムG・稲野一郎
十勝農試・研究部・生産システムグループ、根拠農試・研究部・地域技術グループ
- 2) 共同研究機関（協力機関）：

3. 研究期間：平成23～25年度（2011～2013年度）

4. 研究概要

1) 研究の背景

これまで燃料消費量を「農業機械導入計画策定の手引き」（以下手引き）の表で推定してきたが、土壌や収量を考慮していないため、新たな利用場面として温暖化ガスの推定等に向けて精度の検証が必要であった。

2) 研究の目的

耕うん作業時の燃料消費量を作業負荷から推定する手法を開発する。さらに、作業シミュレーションから算出した燃料消費量から、水稻・小麦収穫作業について簡易に圃場作業燃費を推定する手法を提示する。

5. 研究方法

- 1) 研究項目1 ロータリハロー、ボトムプラウの耕うん作業燃費推定法
 - ・ねらい：土壌の種類や土壌物理性を考慮した耕うん作業燃費推定法を開発する。
 - ・試験項目等：作業速度、燃料消費量、所要動力、容積重（生重）、土壌硬度
- 2) 研究項目2 ロータリハロー、ボトムプラウの圃場作業燃費の簡易推定法
 - ・ねらい：耕うん作業燃費に加え、旋回・枕地行程を含めた圃場作業燃費の簡易推定法を提示する。
 - ・試験項目等：作業速度、作業幅、燃料消費量、作業効率
- 3) 研究項目3 自脱コンバイン（水稻）・普通コンバイン（小麦）の圃場作業燃費
 - ・ねらい：旋回・排出・移動などの各作業行程燃費の測定結果を基に圃場作業燃費を推定する。
 - ・試験項目等：作業速度、作業幅、燃料消費量、作業能率、収量

6. 成果概要

- 1) 土壌硬度と耕うん面積トルク (kN/cm^2) の関係は指数関数で表され、作業速度と面積比動力 (kW/cm^2) の関係は土壌の種類毎に直線回帰で表されることから、面積比トルクに作業速度を乗じた体積比動力と土壌硬度の関係は土壌の種類ごとに指数関数で表した（図1）。
- 2) PTO 所要動力負荷率（PTO の最高出力に対する PTO 所要動力の割合）と走行抵抗割合（PTO 出力（PTO 所要動力と走行部動力）に対する走行抵抗力の割合）は負の相関関係が認められ、低地土のプラウ耕跡ではれき土の凹凸が残っているため走行抵抗力が大きく、低地土の未耕地は火山性土より土壌表面の土壌硬度が大きいため、走行抵抗力は小さかった（図2）。
- 3) ロータリハローでは PTO 軸出力と走行部出力を PTO 出力とし、PTO 最高出力の9割に対する割合を PTO 負荷率とし、PTO 所要動力と走行抵抗割合から PTO 負荷率を求める（表1）。ボトムプラウでは火山性土の比抵抗を 5N/cm^2 、低地土 6N/cm^2 に設定する。けん引出力を 0.69（残り 0.31 が走行抵抗）で除した PTO 出力から PTO 負荷率を算出する。手引きのトラクタ負荷動力別燃料消費量から作成した回帰式（手順2）に PTO 負荷率を代入し燃費を計算する。
- 4) ロータリハローの耕うん作業燃費は低地土（重：容積重 150g/cc 以上）において火山性土の2～3倍、低地土で1.5～2倍程度になり、低地土（重）ではトラクタ出力も大きくなった（表2）。ボトムプラウの推定燃費は低地土において火山性土の1.1倍になった。耕うん作業燃費の予測標準誤差はロータリハローで 1.8L/h 、ボトムプラウで 2.3L/h であった。
- 5) 耕うん作業燃費に旋回時の燃費を合計した値を圃場作業燃費として簡易に推定するには、ロータリハローでは耕うん作業燃費に圃場作業効率（0.9～0.95）を乗じた値が、ボトムプラウでは耕うん作業燃費に0.92を乗じた値が適用できた（データ省略）。
- 6) 自脱・普通コンバインについて旋回・排出・移動などの各作業工程燃費の測定結果を基に $173\text{m} \times 28\text{m}$ 、 $270\text{m} \times 90\text{m}$ 区画での圃場作業燃費を試算した（表省略）。自脱コンバイン6条刈り（ 72kW ）では 18.4L/ha 、 11.8L/h となり、7条刈り（ 84kW ）では 24.9L/ha 、 19.1L/h となった。普通コンバイン（ 239kW ）の圃場作業燃費は小麦収量 $500\text{kg}/10\text{a}$ のとき、 15.0L/ha 、 35.6L/h 、 $700\text{kg}/10\text{a}$ で 16.8L/ha 、 40.5L/h となった。

<具体的データ>

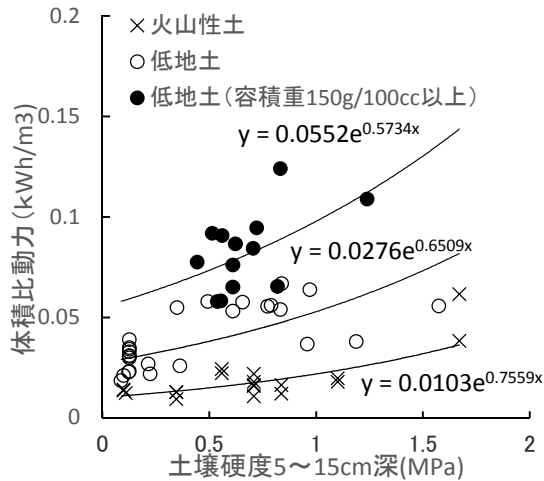


図1 土壌硬度と体積比動力（ロータリハロー）

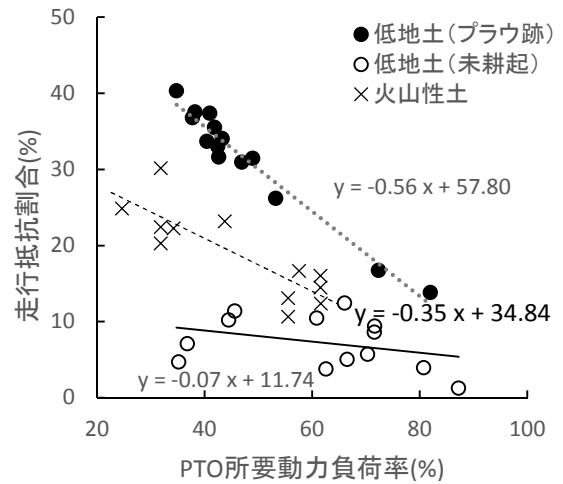


図2 PTO 所要動力負荷率と走行抵抗割合（ロータリハロー）

表1 耕うん作業燃費の推定手順

手順1	ロータリ PTO負荷率の 計算	PTO所要動力	$PTO\text{所要動力}(kW) = \text{耕うん体積比動力}(kWh/m^3) \times \text{耕うん体積}(m^3/h)$ 耕うん体積比動力(kwh/m ³)**の一例						
			ブ라우跡	未耕地					
			火山性土 0.012	0.018					
			低地土 0.031	0.045					
			低地土(重)* 0.062	0.087					
			*低地土(重)は土壌容積重(生重)が150g/100cc以上						
			**中央・十勝農試の測定データから算出						
		↓最大90% PTO出力	$PTO\text{所要動力負荷率}(\%) = PTO\text{所要動力} / \text{トラクタ定格出力} \times 0.9 \times 100$ 走行抵抗割合は図2の回帰式から算出する。						
			$PTO\text{負荷率}(\%) = (PTO\text{所要動力} / (1 - \text{走行抵抗割合} \div 100)) / (\text{トラクタ定格出力} \times 0.9)$						
	PTO所要動力 +	ボトム プラウ	$\text{けん引出力}(kW) = (\text{比抵抗}(N/cm^2) \times \text{耕うん断面積}(m^2)) \times \text{作業速度}(m/s) \times 10$ 比抵抗(N/cm ²) 火山性土:5 低地土:6 $PTO\text{出力}(kW) (\text{走行部出力}) = \text{けん引出力}(kW) / 0.69$ (0.31が走行抵抗分)						
	走行部出力		$PTO\text{負荷率}(\%) = PTO\text{出力} / (\text{トラクタ定格出力} \times 0.9) \times 100$						
手順2	耕うん作業燃費(L/h) = a × PTO負荷率(%) + b (a, bはトラクタ出力毎に下表に示す)								
耕うん作業 燃費の算出	トラクタ(kW)	a	b	トラクタ(kW)	a	b	トラクタ(kW)	a	b
	37~44	0.10	2.63	52~58	0.09	5.45	74~88	0.23	4.38
	45~51	0.09	4.46	59~73	0.10	6.55	89~103	0.26	5.76

表2 ロータリハローとボトムプラウの耕うん作業燃費の推定

対象圃場	ロータリ ハロー		推定燃費 (L/h)			ボトム プラウ			
	作業速度	作業幅	火山性土	低地土	低地土(重)*	(巾×連数)	作業速度 (m/s)	推定燃費 (L/h)	
			火山性土	低地土	低地土(重)*			火山性土	低地土
未耕地	1.9m	6.9 (37)**	11.2 (37)	15.5 (66)		18"×2	1.7	11.8(59)	12.9(59)
	0.6m/s	2.4m	10.0 (59)	13.4 (59)	25.1 (88)	18"×3	1.7	19.0(74)	21.9(74)
ブ라우跡	2.0m	6.9 (37)	12.1 (37)	25.0 (81)		18"×4	1.7	22.1(81)	25.6(81)
	0.8m/s	2.6m	10.1 (59)	15.1 (59)	30.2 (96)	20"×3	1.7***	23.8(74)	24.9(74)
		3.0m	11.4 (81)	22.2 (81)	-	20"×4	1.6***	24.9(88)	24.4(88)

*低地土(重)は容積重(生重)が150g/100cc以上 ** ()内はトラクタ定格出力
 ***低地土20"×3は1.5m/s、20"×4は1.3m/s

7. 成果の活用策

1) 成果の活用面と留意点

- (1) 燃料消費量の推定法および推定値は農業機械導入計画策定の手引き改定時の参考に供する。
- (2) 燃料消費量の推定値はトラクタ 103kW 以下、ロータリハローの作業幅 3m以下、ボトムプラウは溝引き 4 連以下に適合する。

2) 残された問題とその対応

104kW 以上のトラクタおよび対応する作業機についての検討。

8. 研究成果の発表等