

[成果情報名] 耕うん・収穫時における簡易燃料消費量推定法

[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。

[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

[代表連絡先] 電話 0123-89-2001

[研究所名] 道総研中央農業試験場・生産研究部・生産システムグループ

[背景・ねらい]

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。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。

[成果の内容・特徴]

1. 土壌硬度と耕うん面積比トルクの関係は指数関数で表され、作業速度と面積比動力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を土壌の種類ごとに指数関数で表される（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 所要動力と走行部動力に対する走行抵抗力の割合）は負の相関があり、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いため、走行抵抗力は小さい（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 $5\text{N}/\text{cm}^2$ 、低地土 $6\text{N}/\text{cm}^2$ 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 $150\text{g}/\text{cc}$ 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る（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倍になる。ロータリハローの予測標準誤差は $1.8\text{L}/\text{h}$ 、ボトムプラウで $2.3\text{L}/\text{h}$ になる。
5. 作業と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る。
6. 自脱・普通コンバインについてシミュレーションによって燃料消費量を試算した結果、自脱コンバイン6条刈り（72kW）では $18.4\text{L}/\text{ha}$ 、 $11.8\text{L}/\text{h}$ となり、7条刈り（84kW）では $24.9\text{L}/\text{ha}$ 、 $19.1\text{L}/\text{h}$ となる。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、 $15.0\text{L}/\text{ha}$ 、 $35.6\text{L}/\text{h}$ 、 $700\text{kg}/10\text{a}$ で $16.8\text{L}/\text{ha}$ 、 $40.5\text{L}/\text{h}$ となる。

[普及のための参考情報]

1. 普及対象：農業生産者・法人、農業改良普及員、行政

[具体的データ]

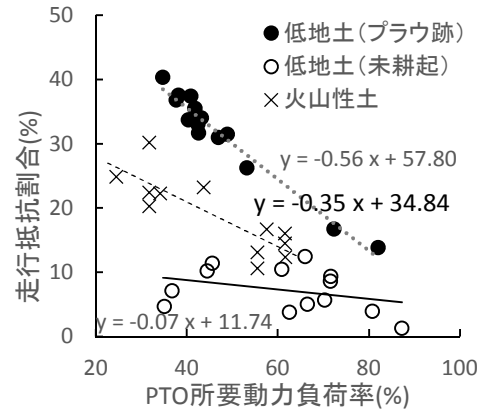
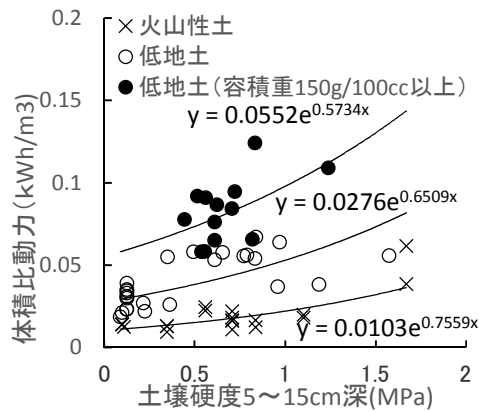


図1 土壌硬度と体積比動力(ロータリハロー)

図2 PTO所要動力負荷率と走行抵抗割合

表1 耕うん作業燃費の推定手順

手順1	ロータリ	$\text{PTO所要動力(kW)} = \text{耕うん体積比動力(kWh/m}^3) \times \text{耕うん体積(m}^3/\text{h)}$													
PTO負荷率の計算	ハロー														
	PTO所要動力	$\text{耕うん体積比動力(kWh/m}^3) \text{の一例}$ <table border="1"> <tr> <td></td> <td>プラウ跡</td> <td>未耕地</td> <td rowspan="4">*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</td> </tr> <tr> <td>火山性土</td> <td>0.012</td> <td>0.018</td> </tr> <tr> <td>低地土</td> <td>0.031</td> <td>0.045</td> </tr> <tr> <td>低地土(重)*</td> <td>0.062</td> <td>0.087</td> </tr> </table>		プラウ跡	未耕地	*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	火山性土	0.012	0.018	低地土	0.031	0.045	低地土(重)*	0.062	0.087
	プラウ跡	未耕地	*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												
火山性土	0.012	0.018													
低地土	0.031	0.045													
低地土(重)*	0.062	0.087													
トラクタ 定格出力		$\text{PTO所要動力負荷率(\%)} = \text{PTO所要動力} / \text{トラクタ定格出力} \times 0.9 \times 100$													
↓最大90%	走行														
PTO出力	抵抗割合	$\text{走行抵抗割合は図2の回帰式から算出する。}$													
		$\text{PTO負荷率(\%)} = (\text{PTO所要動力} / (1 - \text{走行抵抗割合} \div 100)) / (\text{トラクタ定格出力} \times 0.9)$													
PTO所要動力	ボトム	$\text{けん引出力(kW)} = (\text{比抵抗(N/cm}^2) \times \text{耕うん断面積(m}^2) \times \text{作業速度(m/s)} \times 10$													
+	プラウ	$\text{比抵抗(N/cm}^2) \text{ 火山性土:5 低地土:6}$													
走行部出力		$\text{PTO出力(kW)} (\text{走行部出力}) = \text{けん引出力(kW)} / 0.69 \quad (0.31 \text{が走行抵抗分})$													
		$\text{PTO負荷率(\%)} = \text{PTO出力} / (\text{トラクタ定格出力} \times 0.9) \times 100$													
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									
	37~44	0.10	2.63	52~58	0.09	5.45									
	45~51	0.09	4.46	59~73	0.10	6.55									
				74~88	0.23	4.38									
				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

対象圃場	ロータリハロー				ボトムプラウ			
	作業速度	作業幅	推定燃費(L/h)		作業速度	作業速度	推定燃費(L/h)	
			火山性土	低地土	(インチ×連数)	(m/s)	火山性土	低地土
未耕地	1.9m	2.4m	6.9 (37)**	11.2 (37)	18"×2	1.7	11.8(59)	12.9(59)
0.6m/s	2.4m	2.4m	10.0 (59)	13.4 (59)	18"×3	1.7	19.0(74)	21.9(74)
プラウ跡	2.0m	2.0m	6.9 (37)	12.1 (37)	18"×4	1.7	22.1(81)	25.6(81)
0.8m/s	2.6m	2.6m	10.1 (59)	15.1 (59)	20"×3	1.7***	23.8(74)	24.9(74)
	3.0m	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

(稲野一郎)

[その他]

予算区分：経常研究

研究期間：2011~2013年度

研究担当者：稲野一郎、吉田邦彦、関口建二

発表論文等：平成25年度北海道農業試験会議(成績会議)における課題名および区分

「耕うん・収穫時における簡易燃料消費量推定法」(指導参考)