

平成22年 5月 20日現在

研究種目：若手研究 (B)  
研究期間： 2007～2009  
課題番号：19780188  
研究課題名 (和文) 稲稈の三次元たわみ挙動解析と収穫機械の引起し性能改善への応用  
研究課題名 (英文) Deflection analysis of rice stalk in three dimensions and its application to the improvement of the feeding performance in a combine harvester header  
研究代表者  
平井 康丸 (HIRAI YASUMARU)  
九州大学・大学院農学研究院・准教授  
研究者番号：10432949

## 研究成果の概要 (和文)：

レーザ測域計を用いて、穀稈の倒伏姿勢情報をリアルタイムでセンシングする技術を検討した。3種類の倒伏角(40°、62°、80°)の麦株を用いて室内実験を行い、各倒伏姿勢のプロファイルを前後左右の4方向から計測した。さらに、計測したプロファイルに基づき、傾斜角、歪度、尖度を算定し、倒伏姿勢を評価するための特徴量の抽出を試みた。

## 研究成果の概要 (英文)：

A real time sensing technique for detecting lodging posture of crops was investigated using a laser scanner. In the laboratory experiment, posture profiles of a wheat bunch with four lodging directions (left, right, front, back) and three lodging angles (40°, 62°, 80°) were measured, and the profiles were assessed through comparisons with digital images. Also, inclination, skewness, and kurtosis were calculated using coordinate data of lodging profiles in three dimensions and the effectiveness of those values as indications representing lodging characteristics was assessed.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,100,000	0	1,100,000
2008年度	600,000	180,000	780,000
2009年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,400,000	390,000	2,790,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農業工学・農業環境工学

キーワード：生物生産機械、コンバイン

1. 研究開始当初の背景

我が国の水稲収穫期は台風シーズンと重なるため、毎年倒伏による収穫作業の能率低下が避けられない。従来、倒伏した稲を自脱コンバインで収穫した際の作業能率を定量評価した報告は見られないが、一般に、立毛時並みの収穫精度を發揮するためには、低速での収穫作業、特に、倒伏方向が一定でない場合には、倒伏姿勢に応じてコンバインの刈取り方向を調整するという能率が格段に落ちる作業が強いられる。以上の背景から、倒伏時にも収穫能率が低下しない、穀稈の集稈機構の開発が求められている。

2. 研究の目的

上述の倒伏時にも収穫能率が低下しない穀稈の集稈機構の開発には、収穫時の穀稈の倒伏姿勢の把握と、倒伏姿勢に応じた引き起こし装置の制御が重要である。本研究では、二つの課題の内、前者のコンバイン収穫時に穀稈の倒伏姿勢をリアルタイムで計測するシステムを開発することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 実験システム

下図に麦株の倒伏姿勢三次元計測システムを示す。使用したレーザ測域計は北陽電機製 URG-04LX である。本センサは、赤外レーザ（波長 785nm）光により、水平面状の空間を約 0.36 度ピッチで 240 度スキャンし、対象物との距離と方向を検出するラインセンサである。測距精度は、0.02~1m の範囲の対象物に対して ±10mm、1~4m に対して距離の 1% である。走査時間は 100msec/scan である。図に示すように本センサは麦株上方に設置されており、ラックをモータで前方に移動させながらスキャンすることにより、麦株の三次元の部分プロファイルを計測する。

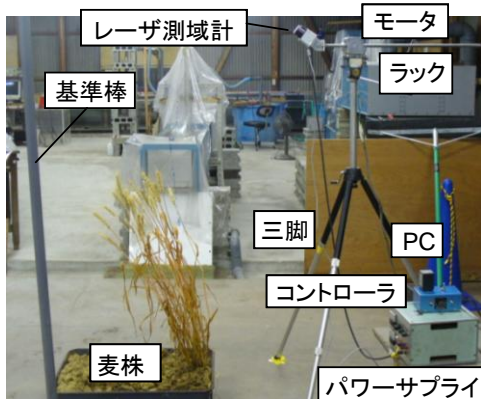
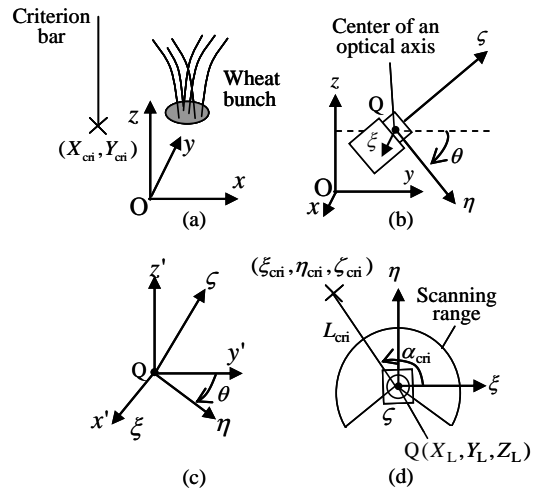


図1 麦株倒伏姿勢計測システム

麦株の倒伏姿勢三次元計測システム

(2) 実験データの処理

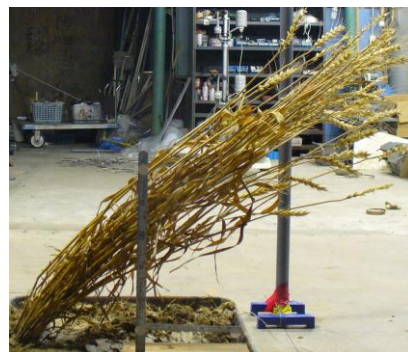
レーザ測域計で計測した距離データを三次元の座標データに変換する際、位置が既知である基準棒の座標データを用いる。下図に、基準棒と、計測対象の麦株、 $x$ 、 $y$ 、 $z$  軸との関係を示す。 $z$  軸を麦株の高さ方向に設定し、測域計の進行方向に  $y$  軸を設定した。測域計が麦株の斜め上方から前方に移動する際に、麦株の部分プロファイルが計測される。



三次元座標への変換の説明図

(3) 実験条件と手順

倒伏の向きについては、 $x$  軸の正、 $x$  軸の負、 $y$  軸の負、 $y$  軸の正の方向を、それぞれ、“right”、“left”、“front”、“back”と定義した。倒伏角は、40°、62°、80°の3つについて実験した。すなわち、4つの倒方向と3つの倒伏角で、計12の実験条件を設定した。角、実験条件の倒伏姿勢の画像を以下に示す。



倒伏姿勢 right 倒伏角 40°



倒伏姿勢 right 倒伏角 62°



倒伏姿勢 right 倒伏角 80°



倒伏姿勢 left 倒伏角 40°



倒伏姿勢 left 倒伏角 62°



倒伏姿勢 left 倒伏角 80°



倒伏姿勢 front 倒伏角 40°



倒伏姿勢 front 倒伏角 62°



倒伏姿勢 front 倒伏角 80°



倒伏姿勢 back 倒伏角  $40^\circ$



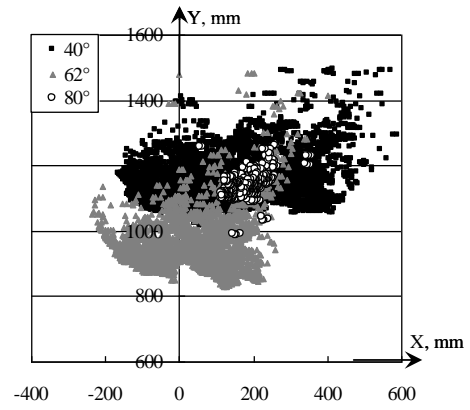
倒伏姿勢 back 倒伏角  $62^\circ$



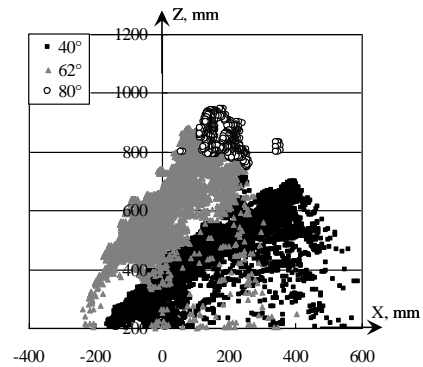
倒伏姿勢 back 倒伏角  $80^\circ$

#### 4. 研究成果

レーザ測域計で計測した麦株の三次元プロフィールを以下の図に示す。実画像との比較から、 $40^\circ$ 、 $62^\circ$ の倒伏姿勢に関しては、倒伏姿勢を高精度で検出することができた。しかしながら、立毛状態に近い  $80^\circ$ では、麦株の倒伏姿勢のプロファイルは上部のみ検出可能であった（left と right の倒伏姿勢について）。front の倒伏姿勢については、立毛状態を除き、傾き、傾斜角度が検出された。back の倒伏姿勢については、センサの設定が不適切で、株元付近のプロファイルの検出が不十分であった。

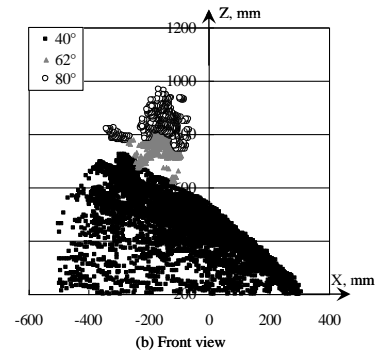


(a) Top view

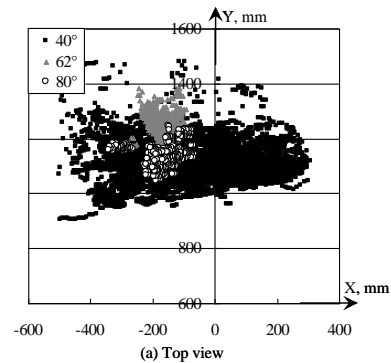


(b) Front View

倒伏姿勢 right

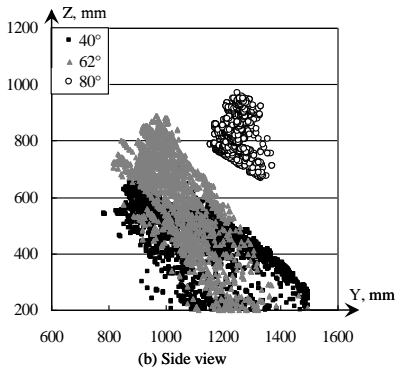
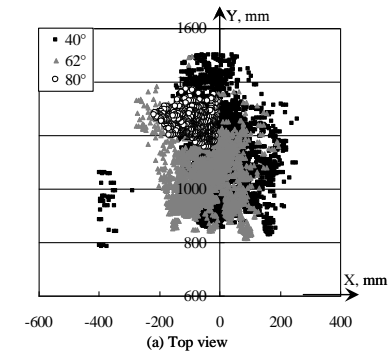


(b) Front view

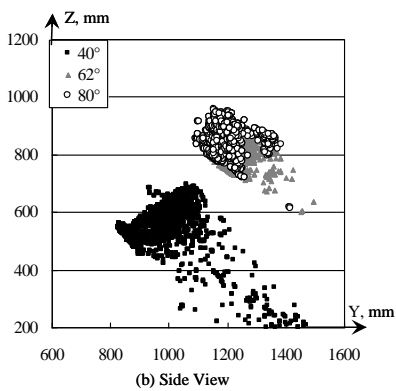
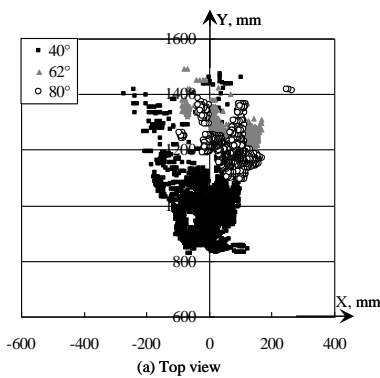


(a) Top view

倒伏姿勢 left



倒伏姿勢 front



倒伏姿勢 back

下表は、倒伏姿勢の3次元プロファイルを平面近似して得られたx,y方向の傾きx、y、z各方向の歪度、尖度である。一例として、倒伏姿勢 left の倒伏角40°については、X方向

の尖度が小さく、Y方向が大きいことから、X方向に広がりをもつ(倒れている)ことが判断でき、X方向の傾きを見ると-24.5°であり、左方向に大きく倒れていることが分かる。一方、80°については、X、Y方向の尖度ともに大きく、立毛に近い姿勢であることが予測できる。しかし、これは結果の一例であり、他の結果においては、センサと計測対象物の位置関係が特徴量の抽出に大きく影響を与えた。

傾き、尖度、歪度

	Inclination, degree		Skewness			Kurtosis		
	X	Y	X	Y	Z	X	Y	Z
R40	32.8	-11.4	0.1	1.1	-0.2	-0.9	1.5	-0.8
R62	44.8	-34.2	0.0	1.9	-0.4	-0.6	5.4	-0.4
R80	-24.0	-12.3	0.5	0.0	0.1	1.2	1.9	-0.9
L40	-24.5	-0.5	0.0	0.6	-0.1	-0.9	1.6	-0.7
L62	-10.9	1.2	0.0	0.5	-0.2	-0.4	0.4	0.0
L80	11.9	-25.2	-1.4	0.4	0.0	1.8	1.0	-0.7
F40	-13.2	-24.7	-0.4	0.3	-0.5	3.5	-0.7	-0.2
F62	-27.3	-49.3	0.1	0.6	-0.6	-0.2	0.2	-0.4
F80	-16.9	3.9	-0.3	0.4	0.1	-0.6	0.3	-0.7
B40	14.9	-14.0	-0.7	1.3	-1.7	0.1	3.2	3.9
B62	31.6	22.1	-1.3	1.6	-0.2	1.9	5.0	0.1
B80	0.8	-5.3	-0.1	1.5	-0.3	0.5	2.2	-0.1

以上の結果をまとめると、現段階では、測域計の位置設定に更なる試験を要するが、実際にコンバインに装着し、リアルタイムで穀稈の倒伏姿勢のプロファイルを検出できる可能性が示された。

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

- ① Yasumaru Hirai, Kunihiko Hamagami, Ken Mori, Investigation of a Laser Scanner for Measurement of Lodging Posture of a Wheat Bunch, J. Fac. Agr., Kyushu Univ., 査読無, Vol. 53, No.1, 2008, pp.89-93

[学会発表] (計1件)

- ① 平井康丸、森健、レーザ測域計を用いたコンバイン収穫時の作物姿勢センシング

技術の検討、農業環境工学会関連学会  
2007年合同大会、東京都

〔図書〕（計0件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計0件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況（計0件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

平井 康丸 (HIRAI YASUMARU)  
九州大学・大学院農学研究院・准教授  
研究者番号：10432949

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：