

## 画像解析による普通ソバの草姿の評価

南 峰夫・松島克典<sup>1)</sup>・氏原暉男

信州大学農学部 生物資源開発学講座

### Quantitative Evaluation of Plant Posture by Computer Image Analysis in Common Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench)

Mineo MINAMI, Katsunori MATSUSHIMA and Akio UJIHARA

Laboratory of Plant Breeding, Faculty of Agriculture,  
Shinshu University

Quantitative evaluation of plant posture by computer image analysis was examined in common buckwheat. Binary images of buckwheat plants (silhouette) were obtained by thresholding the original film images and then were analyzed.

The results obtained are summarized as follows :

- (1) Leaf area and fresh plant weight were able to be estimated from the area of silhouette due to their significant positive correlation with area of silhouette.
- (2) Plant posture was characterized by two marginal frequency distributions of pixels of silhouette, which were obtained by scanning binary image in both perpendicular and parallel directions to the main stem. Variables derived from two marginal distributions enabled us to discriminate varietal difference of plant posture.

These results indicate that computer image analysis is useful for quantitative evaluation of plant posture in common buckwheat.

Key words : *Fagopyrum esculentum*, binary image, image analysis, plant posture.

(Jour. Fac. Agric. Shinshu Univ. 28 : 165-173, 1991)

### 要 旨

画像解析法による普通ソバの草姿の定量的評価の有効性を検討するために、ソバ植物体の側面写真を二値化処理して得たシルエット画像を画像解析した。得られた結果は以下の通りである。

- (1) 画素数から算出したシルエット面積は全葉面積および生体重と有意な正の相関関係を示し、シルエット画像から両形質を推定することが可能であった。

<sup>1)</sup>現 トモノ農業株式会社 静岡市

1991年9月30日受付

(2) 肉眼的に捕えられた草姿の差異はシルエットを水平、垂直両方向に走査して得たシルエット分布と、分布の特徴を表す草姿形状指数により定量的に抽出され、品種間差異を認めることができた。

これらのことから、原画像の撮影方法を改良することにより、ソバの草姿の定量的評価に画像解析法を有効に利用できると結論した。

キーワード：普通ソバ、画像解析、二値化画像、草姿。

## 緒 論

画像解析法とは画像に含まれる情報を定量的に抽出する手法である。画像は極めて大きな情報を持っており、しかも画像自体は簡単に得られるために、画像解析法を適用することで、これまでのようなデータ収集のための労力を削減することができる。さらに画像から抽出した情報により、人間の主観的判断を定量化することや、全く新しいパラメータを抽出して評価基準とすることも可能である。また画像解析はコンピュータにより行うため、高速かつ簡便に情報を得られる。

このような観点から、近年の画像解析技術の著しい進歩にともない多くの分野で画像解析法が利用されている。育種学の分野においても、細胞レベル (福井1987, 1990, 加藤1991)、器官レベル (Hadipoentiyanti ら 1991, 古田ら1991) から個体レベル (Oka and Hinata 1988, 1989, Ninomiya and Shigemori 1991) まで様々な対象物や目的に応じて応用され始めている。

作物の草型は収量や耐倒伏性などと密接に関係し、その改良は重要な育種目標となっている。これまで草型の定量的評価の試み (宇田川ら 1968, Warren Wilson 1960) がなされてきたが、育種現場での適用は困難であり、現在でもその評価は育種家の経験に基づく視覚的判断によるものが多い。このような現状から、画像解析の特性を活用した草型評価の試みがイネ (Oka and Hinata 1988, 1989)、ダイズ (Ninomiya and Shigemori 1991) で行われ、その有効性が報告されている。

本研究は、イネ、ダイズとは異なる植物学的特性を持つ普通ソバにおいて、画像解析による草姿の定量的評価を試み、その有効性を検討したものである。

なお、草型は多くの要因で構成されるが、本研究では植物体側面像の投影画像、すなわちシルエットのみを解析したので、草型と言わずに草姿と呼ぶことにする。

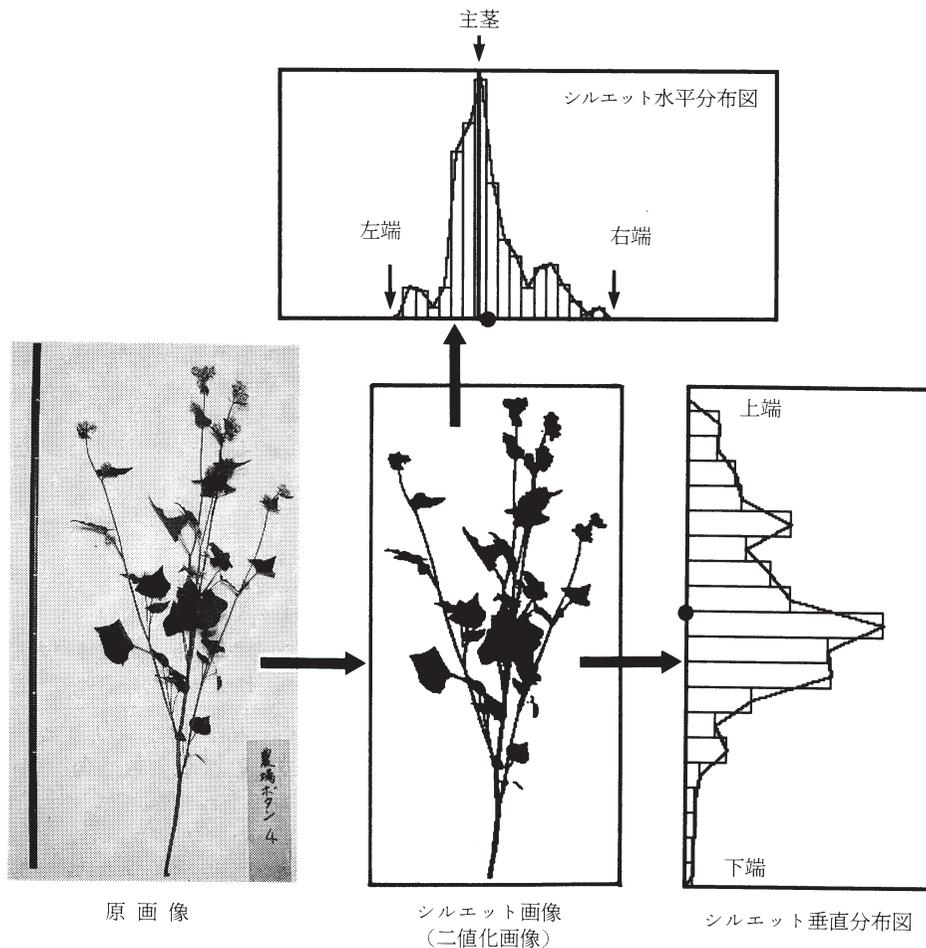
## 材料および方法

### (1) 供試材料

ボタンソバと信州大ソバの2品種を用いた。信州大学農学部附属農場において8月初旬に、両品種を10a当たり約6kgの播種密度で機械播種し、慣行法で栽培した。

### (2) 標本調査および写真撮影

開花盛期に各20個体をランダムに地際部から刈り取り、個体ごとに葉の重なりが最小になるように白色の背景上に配置し、スケールとともに35ミリカメラで撮影した (第1図)。こ



第1図 シルエット分布図作成の概略 (Ninomiya and Shigemori 1991 より改写。シルエット画像を水平方向に20等分し、各区分の面積(画素数)を計測したものが水平分布、垂直方向について同じ処理を行なったものが垂直分布である。水平分布図中の縦線は主茎位置を、両図中の黒丸は重心位置を示す)

の内、両品種から計15個体について、葉柄を含む全葉面積、生体重、葉数を実測した。

### (3) 画像解析

東京大学農学部生物測定学研究室の画像解析システム (Ninomiya and Shigemori 1991) を用いて以下の手順で画像解析を行った。

#### 1) 画像の入力

植物体とスケールを撮影した35ミリフィルムの画像をフィルム・ビデオプロセッサによりビデオ信号化し、さらに A/D 変換器によりデジタル化後、画像処理装置 (Nexus 6410) に入力する。

## 2) 画像処理

取り込んだモニター画像を見ながら、デジタイザーとキーボードで入力しながら以下の処理を行う。

① 基準長の入力：画像中のスケールの長さを基準長として入力する。

② 草高、草幅と主茎位置の入力：主茎上端と下端および植物体の左右両端をデジタイザーでポイントする。

③ 処理領域の設定：上記②で決定した草高、草幅を2辺とする長方形を処理領域とする。

④ 画像の二値化：二値化処理により植物体画像のシルエットを抽出する。

⑤ 画面走査：④で得たシルエット画像を水平方向、垂直方向に走査し、画素数からシルエット面積とその水平、垂直分布のデータを求める（第1図）。

## 3) 草姿形状指数の算出

上記2)の画像処理で得たデータから第1表に示す草姿形状指数 (Ninomiya and Shigemori 1991) を算出する。

① 基準長から実際の草高、草幅、シルエット面積などの絶対値を求める。

② 草高を1000mmとする相似変換により、大きさの要因を取り除いて標準化したシルエット分布と各種分布パラメータを算出する。

## 結果および考察

## (1) 標本実測値とシルエット面積の関係

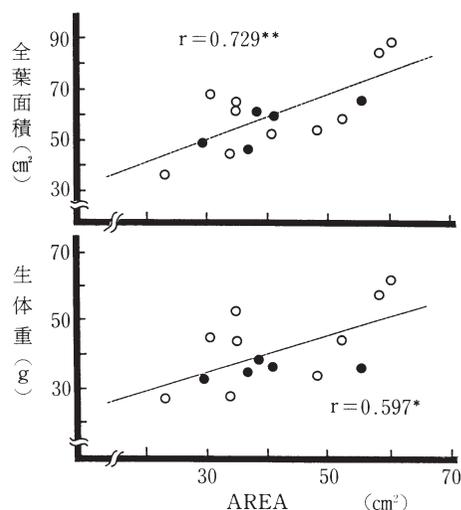
標本個体の画像を二値化処理して得たシルエット画像の画素数から算出したシルエット面積 (AREA) と、実測した全葉面積、生体重、葉数との関係を検討した。

AREA は葉数と有意な相関関係を示さなかったが、全葉面積、生体重との間にそれぞれ1%、5%水準で有意な正の相関関係を示した

第1表 二値化画像から抽出した草姿形状指数<sup>1)</sup>

WDT	実際の草幅 (mm)
HGT	実際の草高 (mm)
AREA	シルエットの実面積 (mm <sup>2</sup> )
D	投影平面上の密度 AREA/(WDT×HGT)
以下、草高を1000mmに相似変換した標準化後の値	
SWDT	草幅
AXIS	主茎位置 (左端から)
XM	水平方向重心位置 (左端から)
XD1	主茎と重心位置のずれ
YM	垂直方向重心位置 (上端から)
XSD	水平方向標準偏差
YSD	垂直方向標準偏差
XCV	水平方向変動係数
YCV	垂直方向変動係数
XSK	水平方向歪度
YSK	垂直方向歪度
XKU	水平方向尖度
YKU	垂直方向尖度
XFT	水平方向の一様分布からの偏差平方和
YFT	垂直方向の一様分布からの偏差平方和

<sup>1)</sup> Ninomiya and Shigemori (1991) の方法により算出、ただし本表のSWDTは彼らのWDT\*に対応する



第2図 シルエット面積 (AREA) と全葉面積および生体重の関係 (○: ポタモンソバ ●: 信州大ソバ)

第2表 ボタンソバ5個体の草姿形状指数

	個 体 番 号 <sup>1)</sup>				
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
WDT	491.1	229.8	347.6	406.5	365.9
HGT	992.4	961.7	1152.4	1072.6	696.6
AREA	55437.5	29263.7	35970.1	52969.8	43601.1
D	0.11	0.13	0.09	0.12	0.17
SWDT	494.9	238.9	301.6	378.9	525.3
AXIS	198.7	92.9	117.2	168.0	57.8
XM	208.7	112.6	151.7	191.1	185.9
XD1	10.0	19.8	34.5	23.1	128.1
YM	448.0	395.1	427.8	555.9	464.4
XSD	76.5	45.5	55.0	72.2	106.4
YSD	162.8	224.1	168.7	155.7	181.5
XCV	0.27	0.40	0.37	0.38	0.57
YCV	0.36	0.57	0.39	0.28	0.39
XSK	0.28	0.32	0.01	0.17	0.89
YSK	0.32	0.39	0.93	-0.19	-0.06
XKU	2.82	2.72	2.46	2.64	3.20
YKU	3.60	2.39	4.22	3.19	2.46
XFT	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
YFT	0.04	0.03	0.08	0.05	0.03

<sup>1)</sup> 個体番号は第2図に対応

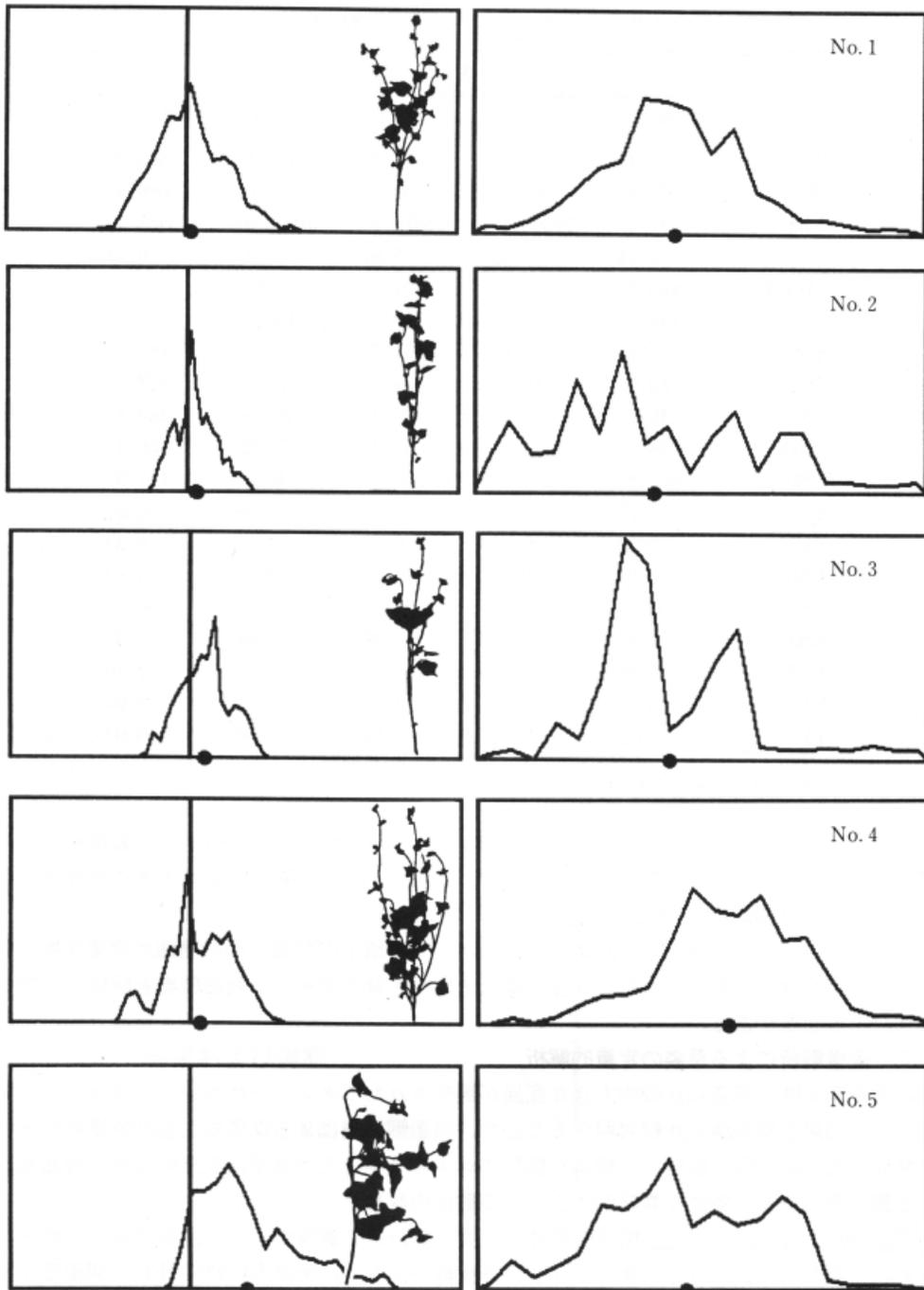
(第2図)。植物体シルエットの大部分は葉によるものであることから、全葉面積と高い相関関係が認められたものと考えられる。一方、個葉の大きさは部位により大きく異なることから、葉数とAREAは必ずしも正比例しないのであろう。

この結果から、回帰式を用いて画像のシルエット面積 (AREA) から簡便に全葉面積と生体重を推定できると考えられた。今後、遺伝子型や生育ステージ、栽培環境と回帰式の関係を検討する必要がある。

## (2) 画像解析による草姿の定量的解析

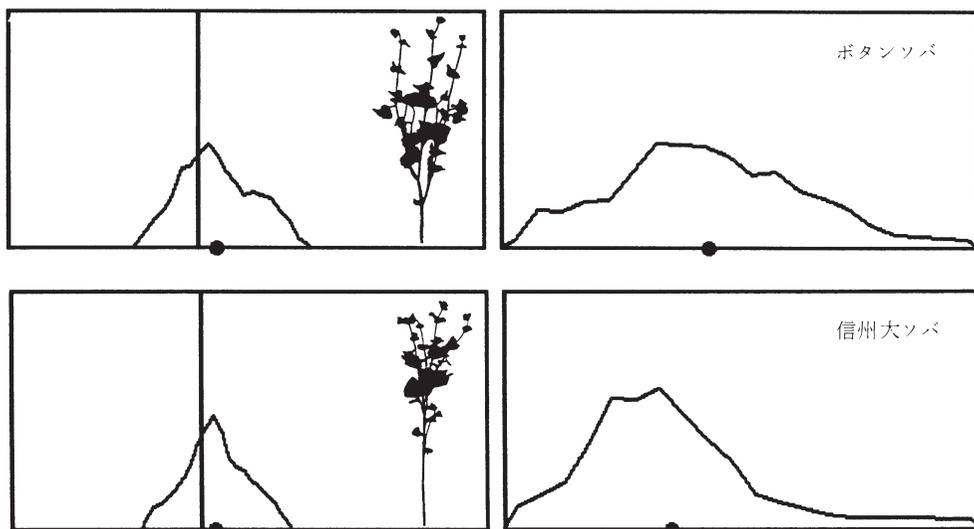
品種内個体間で草姿に比較的大きな変異が観察されたボタンソバについて画像解析を行い、得られた結果を原画像と比較対照することで、画像解析法による草姿の定量的評価の有効性を検討した。第3図に解析した標本の植物体シルエットとその水平、垂直両方向の分布を、第2表にその分布の特徴を数学的に表す草姿形状指数を示した。

個体 No.1 はボタンソバの標準的草姿を示すと思われる個体で、水平、垂直両方向の分布ともに正規分布に似ていた。個体 No.2 は分枝数が少なく、垂直方向に伸長し、開張度が小さい個体である。草幅 (SWDT) が小さく、垂直分布はほぼ一様で、重心 (YM) の上昇と、大きな標準偏差 (YSD) と変動係数 (YCV) を示した。個体 No.3 は密植された個体で、下位節間が伸長して草高 (HGT) がやや高く、葉は植物体上部に着生していた。草幅



第3図 ボタンソバ5個体の植物体シルエットとその分布図 (左側：水平分布，右側：垂直分布)





第4図 ボタンソバと信州大ソバの代表的個体の植物体シルエットと平均シルエット分布図（左側：水平分布，右側：垂直分布）

影時における葉の配置，重なり具合が画像データに及ぼす影響が大きいと考えられる。

ソバのこのような形態的特性に適した撮影方法を検討することが今後の課題の一つであろう。

## 謝 辞

本研究の実施にあたっては東京大学農学部二宮正士博士の懇切な御指導を頂いた。ここに深甚の謝意を表す。また供試材料を御提供頂いた信州大学農学部附属農場北原英一技官に感謝する。

## 引用文献

- 福井希一 1987 染色体識別画像解析装置 画像情報19(21)：27-31.  
 ——— 1990 画像データの育種への利用—染色体研究における画像解析法の現状と展望— 育種学最近の進歩31：125-135.  
 古田尚也・二宮正士・高橋信夫 1991 フーリエ記述子によるダイズ葉形評価とその遺伝解析への応用 育種41(別2)：138-139.  
 Ninomiya, S. and I. Shigemori 1991 Quantitative evaluation of soybean (*Glycine max* Merrill) plant shape by image analysis. Jpn. J. Breed. 41: 485-497.  
 Hadipoentiyanti, E. ・丹羽 勝・古田尚也・二宮正士 1991 フーリエ記述子を利用した葉形解析によるインドネシアチョウジ集団の判別 育種41(別2)：140-141.

- 加藤成二 1991 普通ソバにおける核型分析法と画像解析の利用に関する研究 信州大学修士論文.
- Oka, M. and K. Hinata 1988 An application of computer image analysis for characterization of plant type in rice cultivars. *Jpn. J. Breed.* 38: 449-458.
- and ——— 1989 Comparison of plant type between new and old rice cultivars using computer image analysis. *Jpn. J. Crop Sci.* 58: 232-239.
- 宇田川武俊・内嶋善兵衛・堀江 武・小林勝次 1968 作物群落内におけるエネルギーとガスの交換に関する研究(3) トウモロコシ群落の構造について 日作紀37: 589-596.
- Warren Wilson 1960 Inclined point quadrats. *New Phytol.* 59: 1-8.

