

## カンショの茎葉部における分枝系の発達とその品種間差

佐々木修・森山浩之・喜田克憲・樋高二郎

(作物学研究室)

平成16年8月10日 受理

### 要 約

用途の異なるカンショ品種、シロユタカ（澱粉原料用）とベニアズマ（青果用）を供試し、生育の進行に伴う茎葉の発達形態を個体レベルで明らかにすることにより、両品種の乾物生産構造の違いを検討した。

1. 生育期間を通じて個体の生育量に品種間差はみられなかったが、器官別生育量に差がみられ、シロユタカはベニアズマに比べて茎葉重で劣るものの、塊根重で勝ったことにより、塊根/茎葉重比は高い値を示した。生長解析を行ったところ、CGRは両品種とも生育中期に最も高くなったが、その値はシロユタカがベニアズマより勝っていた。この場合、高いCGR値はLAIではなく、NARが勝ることによってもたらされたものであった。

2. 茎葉の分枝の形成・生長特性は両品種で異なっていた。シロユタカでは個々の分枝の生長より新たな分枝の発生が盛んであり、ベニアズマではこれと反対の傾向を示した。その結果、シロユタカは立体的で茎/茎葉重比が小さい茎葉構造を、またベニアズマは平面的で茎/茎葉重比が大きい茎葉構造となり、それによって両品種の受光態勢に差が生じ、さらにはNARに影響したと推察された。

キーワード：カンショ、品種、分枝特性、受光態勢、乾物生産

### 緒 言

カンショは稲麦などと異なり、生育初期から収穫対象である塊根と茎葉の発達が並行的に進行する作物であり、生育の各時点における茎葉の発達が塊根の肥大に強く反映されるものと考えられる。したがって、茎葉の発達をになう分枝の形成・伸長がいつどのように行われ、また品種や栽培条件によってどのように変動するか把握することはカンショの収量性を論じる上で重要である。実際には多くの場合、茎葉重の大きい個体が塊根重も優れる傾向が認められる一方で、施肥条件など生育環境に応じて、収穫指数が低下し、極端な場合‘つるばけ’になることが古くから良く知られている [5]。このことから他の作物と同様、カンショの生育収量を追跡する場合、乾物の生産と乾物の分配の両面から検討しなくてはならない。多くの作物で乾物生産の主体である茎葉部の発達について、個体レベルで詳細に検討されているが、カンショではこの点に関する研究はあまりなされていない [9, 10]。その理由としてカンショ

は匍匐性でツルが複雑に絡み合うために個体レベルで茎葉の発達過程を追跡することは労力的にも大きな困難を伴うからである。著者はすでに肥大特性の異なる澱粉原料用カンショ2品種について個体レベルの茎葉の発達について調べ、塊根の肥大との関係について論じたが [4]、今回は用途の異なる2品種、すなわち澱粉原料用および青菓用品種を取り上げ比較を行った。

### 材 料 と 方 法

本実験は1993年に鹿児島大学農学部附属農場の圃場（シラス沖積土）で実施した。耕起の後、肥料として10a当たり堆肥2t、苦土石灰80kgおよび窒素、リン酸、カリの各成分量をそれぞれ6kg、6kg、18kgを全層に施肥し、その後の追肥は行わなかった。供試品種としてシロユタカ（澱粉原料用）とベニアズマ（青果用）を用いた。うね幅75cmの高うねに黒のポリエチレンフィルムによるマルチを行い、5月12日に展開葉10枚を有し節間が短く太い苗を選

び、基部側4節を株間40cmで斜め挿しした。

材料は、両品種についてそれぞれ15個体ずつ、移植後50日（7月1日；生育前期）、100日（8月19日；生育中期）、150日（10月9日；生育後期）に採取した。この際、生育中に枯死脱落した茎葉については回収が困難であったので観察対象から除いた。

採取した材料について、茎葉部を構成する主茎および個々の分枝について長さを測定し、さらに分枝については母茎上の形成位置を記録した。茎葉部をさらに各次の分枝（1～3次分枝）に区分した後、葉と茎（葉柄含む）の乾物重（82℃、48時間）を測定した。両品種から得られた葉の一部について葉面積と乾物重を測定し（3反復）、その比をもとに両品種の全葉面積を算出した。根については最大肥大部の直径が1cm以上に達したものの塊根とし、5mm程度の薄片にして通風乾燥（82℃、96時間）を行い、乾物重を測定した。

## 結 果

### 1. 各形質の推移

個体の生育に関係する形質についてまとめたものをTable 1に示した。個体乾物重は初期に若干差があるが生育期間を通じて両品種に有意差は認められなかった。しかし、茎葉の発達と塊根の肥大については生育前期を除いて、品種間で大きく異なり、茎葉の発達はシロユタカがベニアズマに劣る傾向を示した。一方、塊根の肥大はむしろシロユタカがベニアズマに勝っていた。このことから、塊根/茎葉重

比は常にシロユタカで顕著に高い値を示した。そこで生長解析により両品種の比較を行った。Table 2に生育各時期における個体群生長速度（CGR）、純同化率（NAR）および葉面積指数（LAI）を示した。いずれの品種もCGRは生育中期に最も高い値を示したが、その値はシロユタカがベニアズマに勝っていた。一方、この時期のシロユタカのLAIはベニアズマより小さい値を示した。したがってシロユタカの高いCGRはLAIではなく、主としてNARが勝ることによってもたらされたものであった。また、生育前期および後期ではLAIの高いベニアズマのCGRが勝っていたことを考慮すると、生育中期のベニアズマは過繁茂ぎみに推移したものと考えられた。

### 2. 分枝形成の特徴

上述したように、茎葉の発達は両品種で異なっていたが、その差が生じた原因を把握するためには個体レベルの解析が必要となる。そこで個体を解体し、茎葉の発達過程を詳細に調査した。

#### (1) 分枝の発達時期と量

カンショの茎葉の発達は、活着後間もなく株元に形成される1次分枝に始まり、以後およそ30～35日間隔で2次分枝、3次分枝の形成が開始されることが知られている [3, 4, 5]。Fig. 1に主茎および各次数の分枝の乾物重の推移を示した。本実験の場合も、各次数の分枝の形成開始時期はおおむね類似していたと考えられる。茎葉乾物重は生育前期では品種間でほとんど差は認められなかったが、生育中期

Table 1. Changes in some growth characteristics of the top and tuberous root.

Days after planting	Total d. w. (g/plant)			Top d. w. (g/plant)			Tuberous root d. w. (g/plant)			Tuberous root d. w. /Top d. w. ratio			Stem d. w. /Top d. w. ratio		
	50	100	150	50	100	150	50	100	150	50	100	150	50	100	150
Shiroyutaka	92.4	340.4	436.7	64.0	106.1	90.0	28.5	234.3	346.7	0.44	2.21	3.85	0.56	0.69	0.72
Beniazuma	112.0	308.7	429.3	66.4	138.1	112.2	45.7	170.6	317.1	0.69	1.24	2.83	0.56	0.74	0.82
t-test	**	ns	ns	ns	*	*	**	*	ns	ns	**	**	ns	*	**

\*, \*\*: significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively; ns: not significant. n=15.  
d. w.: dry weight.

Table 2. Changes in crop growth rate (CGR), net assimilation rate (NAR) and leaf area index (LAI).

Days after planting	CGR (g/m <sup>2</sup> /day)			NAR (g/m <sup>2</sup> /day)			LAI (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )		
	0-50	50-100	100-150	0-50	50-100	100-150	0-50	50-100	100-150
Shiroyutaka	5.31	14.88	5.77	6.85	5.13	2.11	2.69	3.12	2.38
Beniazuma	6.48	11.80	7.23	7.56	3.31	2.25	3.08	4.11	2.46

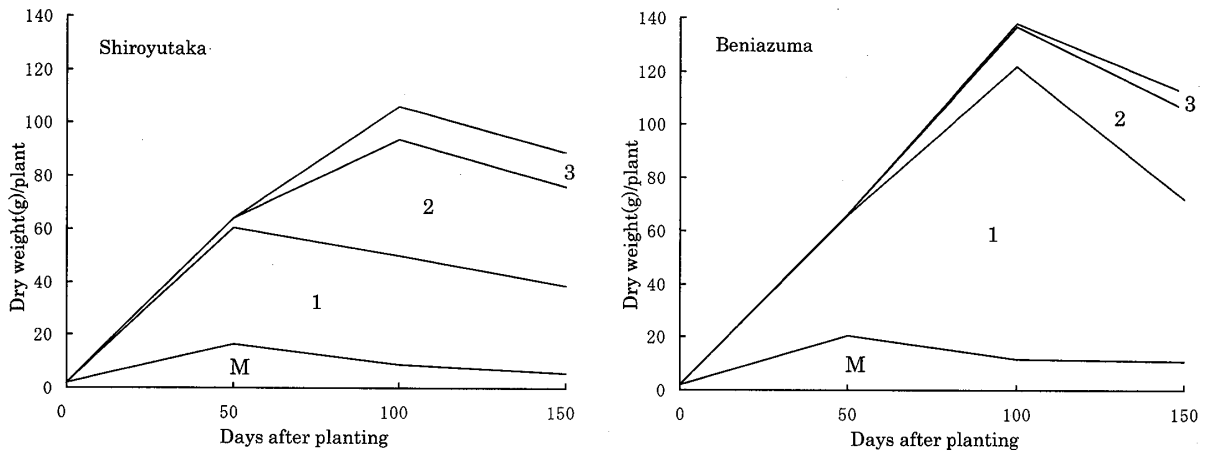


Fig. 1 Changes in dry weight of the main stem and each order branch.  
M: main stem, 1 to 3: Primary to tertiary branch.

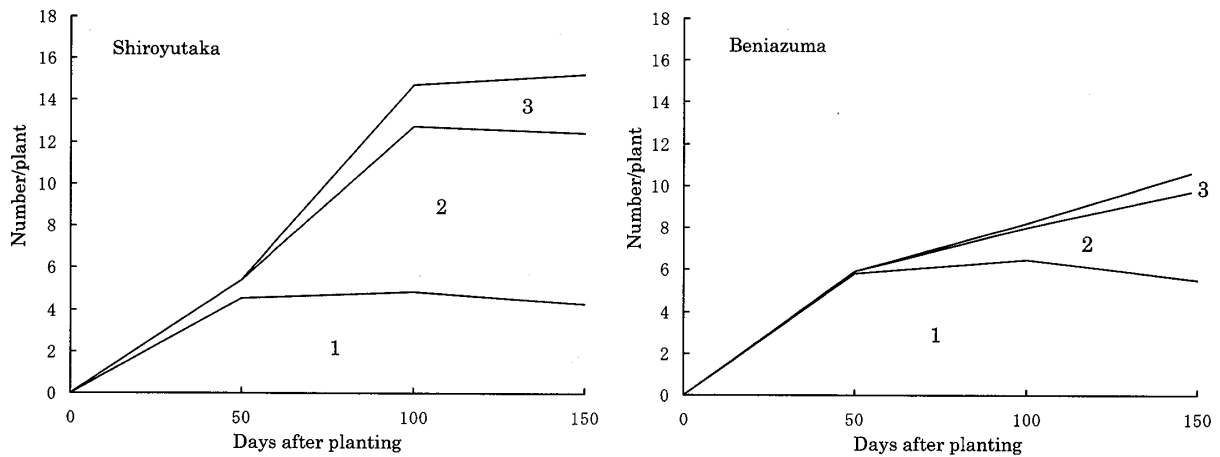


Fig. 2 Changes in number of the main stem and each order branch.  
M, 1 to 3: The same as in Fig. 1.

から後期にかけてシロユタカに比べてベニアズマが著しく大きく、その原因は主として1次分枝の乾物重の差によるものであった。なお、2次分枝、3次分枝の乾物重はむしろシロユタカがベニアズマより大きかった。

(2) 分枝の形成数と形成部位

Fig. 2に各次数の分枝数の推移を示した。分枝数は生育中期以降シロユタカがベニアズマより著しく多く、上で述べた茎葉重の場合と逆の傾向が認められた。最も品種間差が大きかった生育中期について比較すると、合計分枝数に差が生じた原因は、2次分枝数および3次分枝数がシロユタカで著しく多かったことによるものであった。なお、1次分枝数は若干ベニアズマがシロユタカより若干多かった。

先に述べたように、茎葉の発達は順次形成される

各次数の分枝によって行われ、その数と生長量によって茎葉全体の量的発達程度は規定されるが、一方で個々の分枝が母茎上のどの位置に形成されるかによって、たとえ形成数と生長量は同じであっても茎葉構造に違いが生じることが考えられる。そこで各次数の分枝について、母茎の基部30cm以内に形成されるものとそれより先端側に形成されるものに区分し、集計した結果をTable 3に示した。両品種とも1次分枝は生育前期に母茎（主茎）の基部側だけに集中して形成され、それ以降に新たな1次分枝の形成は認められなかった。また、その数はベニアズマがシロユタカより若干多かった。2次分枝は生育中期以降に形成が認められたが、シロユタカでは母茎（1次分枝）の基部側に多く形成されたのに対し、ベニアズマではむしろ先端側に形成されたものが多かつ

Table 3. Changes in number of branches which formed at different positions on the mother stem.

Branches which formed within 30cm from the base of the mother stem (number/plant)					Branches which formed outside 30cm from the base of the mother stem (number/plant)				
	Ordinal no. of branches	Days after planting				Ordinal no. of branches	Days after planting		
		50	100	150			50	100	150
Shiroyutaka	1	4.6	4.2	4.1	Shiroyutaka	1	0.0	0.9	0.3
	2	0.8	4.1	4.2		2	0.1	2.7	4.2
	3	0.0	0.4	1.9		3	0.0	1.7	0.9
Beniazuma	1	5.8	6.5	5.2	Beniazuma	1	0.0	0.1	0.3
	2	0.3	0.1	1.4		2	0.0	1.5	2.9
	3	0.0	0.1	0.4		3	0.0	0.1	0.5

た。3次分枝では両品種とも形成位置については一定の傾向は認めがたかった。

### 考 察

本実験では、用途の異なる品種、シロユタカ（澱粉用）とベニアズマ（青果用）を用いて、とくに茎葉における分枝の発達過程に焦点を当てて品種間の比較を行った。茎葉乾物重は生育前期には品種間差は認められなかったが、生育中期以降には両品種で差が生じ、つねにシロユタカがベニアズマより小さい値を示した。またシロユタカはベニアズマに比べてLAIが劣っていたにもかかわらず、生育中期に高いCGRを示したのは高いNARが維持されたことによるものであった。NARに関係する要因として受光態勢や品種による個葉光合成能力の違いが考えられるが、個葉光合成能力の品種間差は小さいとの指摘がある [6] のでここでは受光態勢に関係する茎葉の発達過程について検討してみたい。

まず、個々の分枝の発達過程を詳細に調査したところ、分枝系の発達の様相は品種間で明瞭に異なることが明らかになった。すなわち、第1にシロユタカの場合、分枝の発達は個々の分枝の生長よりむしろ分枝数を多くする方向に進み、しかも生育に伴って順次高次分枝が増加すること、これに対してベニアズマでは分枝数の増加より個々の分枝の生長が優先され、その結果、低次分枝（1次分枝）の量的割合が著しく大きくなるが、高次分枝の形成は少ないこと、第2にシロユタカでは分枝の多くは母茎の基部側に形成されるのに対して、ベニアズマでは1次分枝以外の分枝はむしろ母茎の先端側に形成されることが分かった。このような両品種の分枝特性をもとにそれぞれの茎葉の構造を再構成してみると、ベ

ニアズマでは株元に形成された1次分枝の伸長が優先され、高次分枝の形成は限定的でしかも母茎の先端側に形成されることから、全体として平面的に広がった茎葉構造になった。一方、シロユタカでは株元中心に1次および2次分枝が次々に形成され、個々の分枝の伸長量は限定的であることから、全体としてコンパクトで立体的な茎葉構造になったものと考えられる。そしてこのことが両品種の受光態勢に差を生じさせ、シロユタカとベニアズマのNARの差となって現れたのではないかと考えられる。角田はシロユタカおよびベニアズマのようなタイプの生育型をそれぞれ“分枝型”および“伸長型”とよび、前者が多肥多収型品種に多く見られるのに対し、後者は少肥多収型品種に多くみられることを指摘している [7]。この見解によるとベニアズマは少肥多収型品種の特徴を引き継いでいる可能性がある。また、本実験での施肥条件はベニアズマにとって若干過剰であり、いわゆる“つるぼけ”の生育を示したのではないかと推察される。

次に生育に伴う葉と茎の量的構成について考察したい。茎葉の生育が進むと新葉が発生する一方で老化した葉の枯死・脱落が進行するため葉の量は見かけ上停滞するが、茎は新葉を発生させるため伸長を続けることから、次第に茎葉全体に占める茎の割合が増大するのが一般的である。この点を両品種で比較してみると、シロユタカでは生育に伴って個々の分枝が長期間伸長せずに、母茎上の基部側に順次新たな分枝が形成されることにより、茎葉全体に占める茎の割合は比較的小さいと考えられるのに対し、ベニアズマでは分枝の形成は少なく、個々の分枝が長期間伸長し続けるため、茎の割合が相対的に大きくなると考えられる。実際に茎/茎葉重比を算出して比較すると (Table 1)、比の値は常にベニアズマ

の方が大きく、その差は生育とともに拡大する傾向にあった。茎は呼吸するが光合成には寄与しないことから、津野が指摘する [6] ように茎葉部に占める茎の割合が大きくなると乾物生産を伴わない呼吸消費量の増大につながると考えられる。したがって能率的乾物生産を行うためにはできるだけ茎/茎葉重比を低く保つ必要があり、この点からもシロユタカの生育型がベニアズマより乾物生産上有利であったと考えられる。以上考察してきたように両品種の生育に伴う分枝特性の違いは茎葉の受光態勢や茎/茎葉比に影響を及ぼし、このことが両品種の NAR の違いをもたらしたのではないかと考えられる。

最後に、乾物分配について若干触れておきたい。本実験では生育前期を除いて常にシロユタカがベニアズマより塊根への乾物分配率が高く、塊根/茎葉重比は著しく大きかった。その理由をここで得られたデータから説明することは困難である。カンショにおいては塊根と茎葉の乾物分配に関係する体内栄養条件として、とくに窒素とカリが重要であることが指摘されている [6, 8]。すなわち、窒素が多いと茎葉の生育が促進され、反対にカリが多いと塊根の肥大が促進されることから、カリ/窒素比が高く維持されることによって塊根への乾物分配率高くなるといわれている。先に述べたようにベニアズマの分枝の発達の特徴は“伸長型”を示し、少肥多収型品種の特徴をもつことから、カリに比べて窒素の肥効が相対的に高く、結果的に塊根への乾物分配率が

シロユタカより低くなったのではないかと考えられる。

## 文 献

- [1] 春日井新一郎・木内知美：甘藷の無機栄養に関する研究。第1報。窒素及び加里の施用量が甘藷の収量成分に及ぼす影響。土肥誌, 19, 82-83 (1948)
- [2] 佐々木修：甘藷の地上部の発達と塊根形成との関係。I。1次分枝の形成部位の差異が地上部の発達および塊根の形成におよぼす影響。鹿大農学術報告, No39, 1-7 (1989)
- [3] 佐々木修：甘藷の地上部の発達と塊根形成との関係。II。栽植密度の違いが地上部の発達および塊根の形成に及ぼす影響。鹿大農学術報告, No41, 1-6 (1991)
- [4] 佐々木修・湯田敦彦・植木健至：甘藷の地上部の発達と塊根形成との関係。第3報 分枝系の発達とその品種間差。日作紀, 62, 157-163 (1993)
- [5] 戸刈義次：甘藷の収量並びに切干歩合に及ぼす加里及窒素の影響。農及園, 23, 299-304 (1948)
- [6] 津野幸人・藤瀬一馬：甘藷の乾物生産に関する作物学的研究。農技研報告, D-13, 1-131 (1965)
- [7] 角田重三郎：作物品種の多収性の研究—生育解析の立場より—, p1-135, 日本学術振興会, 東京 (1964)
- [8] 渡辺和之：甘藷の過剰栄養生長機構に関する栽培学的研究。農事試研究報告, 29, 1-94 (1979)
- [9] Zana, C. S. and Stanley J. K.: Sweet potato canopy architecture: Branching pattern. J. Am. Soc. Hortic. Sci., 115, 33-38 (1990)
- [10] Zana, C. S. and Stanley J. K.: Sweet potato canopy morphology: Leaf distribution. J. Am. Soc. Hortic. Sci., 115, 39-45 (1990)

## The Morphology of the Sweet Potato Canopy and its Varietal Differences

Osamu SASAKI, Hiroyuki MORIYAMA, Katsunori YOSHIDA and Jiro TEDAKA

*(Laboratory of Crop Science)*

### Summary

This experiment was carried out to present a quantitative analysis of the branching pattern of the sweet potato plant and its varietal differences. Two cultivars were compared.

There was no difference in total dry matter production (DMP) between these two cultivars. However, the tuberous DMP was higher in Shiroyutaka than in Beniazuma through the growth period, and the top DMP showed the opposite tendency. Based on growth analysis, crop growth rate (CGR) in Shiroyutaka was higher than in Beniazuma, especially at the middle growth period. This high CGR in Shiroyutaka was brought about by its large net assimilation rate (NAR), instead of its leaf area index (LAI).

Branching characteristics in the top were different between the two cultivars, varying not in number but in length. In Shiroyutaka, branching ability was very high, but the elongation of each branch was relatively limited. Characteristics opposite to these were seen in Beniazuma. Thus, we can describe the different types of canopy architecture observed in the two cultivars as a 'gathering-type' in the case of Shiroyutaka and a 'dispersing-type' in the case of Beniazuma. Moreover, it is suggested that the canopy types might effect the NAR of each cultivar.

**Key words :** sweet potato, branching pattern, stand geometry, dry-matter production