カブの肥大に関する形態的・組織化学的観察

岩崎 文雄・武田 善行*

(東京教育大学農学部)

Morphological and Histochemical Observation on the Thickening of the Hypocotyl in *Brassica rapa* L.

Fumio IWASAKI and Yoshiyuki TAKEDA

Faculty of Agriculture, Tokyo University of Education, Tokyo

Summary

This experiment was carried out to study the thickening of turnips, by morphological, anatomical and histochemical methods.

The process of the elongation and thickening of hypocotyl was observed from the morphological point of view, the anatomical changes of hypocotyl from the anatomical method, and the changes of the content of mono- and polysaccharide, nucleic acid and lignin from the histochemical point of view.

The results were as follows: The elongation of hypocotyl stopped by the 6th leaf stage in all varieties used, while the beginning of thickening depended upon the variety used. In Yorii-kabu and Kanamachi-kokabu, thickening began at the 4th leaf stage. And at the 6th leaf stage, the thickening of the hypocotyl was visible to the naked eye. But, Koiwai-kabu did not begin to thicken even at its 10th leaf stage.

Through the observation of the thickening of turnips, it was found that thickening began from the central part of hypocotyl and after that the thickening of the upper and lower part began. On the other hand, in the case of radishes, the main root was the first to thicken.

In anatomical studies on the thickening of turnips, the following was observed: New phloem was formed at the xylem parenchymatous tissues, which were situated inside the cambium ring which had been formed by about the 4th leaf stage, and became active. These active cells of the new phloem cut the cambium ring, and as the result, the tissue of the hypocotyl began to thicken. This phenomenon was not observed in other *Brassica* (*B. pekinensis*, *B. oleracea*, *B. juncea*,).

In the histochemical observation of the hypocotyl of turnips even after the 4th leaf stage, the reaction of mono- and polysaccharide and nucleic acid was stronger than in those of non-thickened varieties. On the contrary, the hypocotyl of turnips scarcely showed the reaction of lignin, while the hypocotyl of those which had non-thickened varieties showed a very remarkable reaction.

In another observed point of radishes and turnips, the cortex which had formed at their germinating stage was cracked and dropped out when their thickening began. It may be safely said that this phenomenon occurred because primary cortex could not stand the physical changes (thickening) of the inside tissue, which was confirmed both anatomically and histochemically.

緒 言

周知のように、菜類の中には野菜として重要な位置を占めているものが数多く含まれているのみでなく、家畜

の飼料、その他、さまざまな用途をもった種類が含まれており、菜類の栽培法はもちろん、その品種改良には古くから多くの努力が払われてきた。

1976年6月21日 受理

* 現在、茶業試験場 枕崎支場

このうち、菜類の子葉より下の部分の肥大する特性を利用する目的で栽培されているものには、人の食用に供

されているカブと家畜の飼料に用いられているカブ、ルタバガなどがあり、これらのカブ、ルタバガの品種、栽培法などについては青葉(1)、渋谷・岡村(15, 16, 17, 18)、男沢(13)のほか、多くの人達によって報告されている。

だが、これらの報告をカブの肥大現象あるいは肥大の機作という立場から検討してみると、並川・遠藤(12)が酸茎菜の肥大現象を解剖学的に検討を加えているほかは意外に少なかった。

著者の1人である岩崎は前報(9)で、菜類の節間伸長を組織形態学的に検討したところ、カブ類と他の菜類との間にははい軸の器官形成に著しい差が認められた。

このようなことから、本実験ではカブの肥大現象に検討を加え、結果がえられたので取りまとめた。

実験材料および方法

本実験では第1表に示したようにカブ品種を主として用いたが、その他、子葉より下の部分の肥大するものとしてルタバガ (*Brassica napobrassica* MILL.) とダイコン (*Raphanus sativus* L.) および肥大しない菜類としてセイヨウナタネ (*Brassica napus* L.) と結球性のカンラン (*Brassica oleracea* var. *capitata* DC.) を用いて比較した。

これらの種子を硫酸アンモニア(N-20%) 5g, 過リン酸石灰(P_2O_5 -17%) 6g, 硫酸カリ(K_2O -50%) 2gを施用した直径20cmの植木ばちに4, 6, 8, 10月に直は(播)した。発芽後はまびきを行ない1はち1個体とした。

Table 1 Materials used

Species and varieties	
<i>Brassica rapa</i> L.	
	Benidaimaru-kabu
	Ichiraku-kabu
	Kanamachi-kokabu
	Koiwai-kabu
	Murasakidaimaru-kabu
	Shimofusa-kabu
	Shoogoin-ookabu
	Tennooji-kabu
	Yorii-kabu
<i>B. oleracea</i> var. <i>capitata</i> DC.	
	Fujiwase-kanran
	Murasaki-kanran
<i>B. napus</i> L.	
	Michinoku-natane
<i>B. napobrassica</i> MILL.	
	Rutabaga (White Fleshed Neckless)
<i>Raphanus sativus</i> L.	
	Akamaruhatsuka-daikon
	Hanashirazu-daikon
	Minowase-daikon

調査は (1)はい軸部分の外部形態の観察, (2)肥大現象の組織解剖学的観察, (3)肥大現象の組織化学的变化について実施した。このうち、はい軸の外部形態の観察は子葉より下の部位について、長さ、太さなどの変化を2, 4, 6, 8, 10葉時に測定した。組織形態および組織化学的变化の検討は発芽後2, 4, 6, 8, 10葉時に一部の個体を抜きとり、はい軸部分をカルノア液で24時間固定した後、パラフィン法でプレパラートを作つて行なった。組織化学的には単糖類、多糖類、核酸およびリグニンに注目してみた。これらの検出法のうち、単糖類は岩崎・塚田(5)、多糖類と核酸は岩崎・細田(6)と同じ方法で行なった。核酸染色に用いた試薬の調製法は岩崎・河村(4)と同様である。リグニンは岩崎(8)と同様な方法で観察した。なお、組織学上の用語は猪野(3)によった。

実験結果および考察

1. はい軸の外部形態の変化

i. 肥大過程(肥大現象)

カブを含む菜類のはい軸部分の生長が生育のある時期に停止することについてはWhittington(20)も報告し、岩崎(7, 9)も述べたが、本実験で観察した結果でもほぼ6葉ころに生長が停止した。ただ、6葉時のはい軸の

Fig. 1 Size of the hypocotyl in *Brassica rapa* L. (Measured at the middle portion of the hypocotyl)

○.....○ Yorii-kabu, ●——● Benidaimaru-kabu, ×——× Kanamachi-kokabu, ○——○ Shoogoin-ookabu, ●.....● Koiwai-kabu

Fig. 2 Size of the hypocotyl in *Brassica rapa* L. (Yorii-kabu).

- Upper portion of hypocotyl
- ×.....× Middle portion of hypocotyl
- Lower portion of hypocotyl

生長量は“金町コカブ”は 15 mm, “天王寺カブ”, “一畝カブ”. “寄居カブ”は 20 mm, “下総カブ”と“聖護院カブ”は 22 mm, “紅大丸カブ”は 25 mm, “小岩井カブ”は 25 mm, “紫大丸カブ”が 30 mm というように品種によって差がみられた。しかし, はい軸の伸長生長が起こっている時には菜類のうちのカブとその他の種との間には, 少なくともはい軸の外部形態にはほとんど差異は認められなかった。

一方, カブ品種のはい軸部分の太さを測定してみると, 4 葉時以降には品種によっては肥大現象が観察された。すなわち, 第 1 図に示したように, カブの各品種のはい軸の中央部分の太さは, 2 葉時にはほとんど同様であったが, 4 葉時には“寄居カブ”が, 6 葉時には“紅大丸カブ”と“金町コカブ”がそれぞれ“小岩井カブ”, “聖護院カブ”より太さを増しているのが観察された。

この肥大現象を 1 個体のはい軸上で調べた結果が第 2 図である。第 2 図ははい軸を子葉の着生部 (上部とした), はい軸の地際 (下部) および中間部分 (中央部) に分けて各出葉時に調査したものである。この結果から考

Fig. 3 Size of the hypocotyl in *Raphanus sativus* L.

- Akamaruhatsuka-daikon
- ×—× Hanashirazu-daikon
- Minowase-daikon

えると“寄居カブ”の場合は肥大開始を 4 葉時ころとしてもよいように思われる。また, 第 2 図からでもわかるように, 肥大現象はまずはい軸全体の太さが少し増した後, 中央部分がさらに太さを増し, その肥大は次第にははい軸の下部に及ぶことがわかった。

肥大が肉眼的にも明瞭に認められるのは“寄居カブ”では 6 葉時であるが, そのころになるとはい軸の中央部が上部より太くなり, はい軸の外観も白味を帯びてくる。8 葉時にははい軸の中央部の太さは“紅大丸カブ”, “天王寺カブ”, “寄居カブ”は 20 mm, “金町コカブ”は 15 mm となり, 明らかに肥大が認められた。“聖護院カブ”は 10 葉時に肥大が開始したが, “小岩井カブ”, “紫大丸カブ”, “下総カブ”, “ルタバガ”は 10 葉時でも肥大は開始しなかった。

このように, カブの肥大が開始する葉令 (leaf age) には品種により早晩の違いはあるが, はい軸の肥大過程については本実験で供試した全品種で同様に観察された。しかも, この肥大現象はは種時期の如何にかかわらず, 各品種ともほぼ同様な葉令になると肥大が認められ

Fig. 4 Size of the hypocotyl in *Raphanus sativus* L.

- A..... Akamaruhatsuka-daikon
 M..... Minowase-daikon
 ○——○ Upper portion of hypocotyl
 ×.....× Middle portion of hypocotyl
 ●——● Lower portion of hypocotyl

たが、春まきでは肥大せずに抽だい・開花する場合もあった。

肥大が明瞭に認められた時期に個体を抜いて調査して

Yorii-kabu

Akamaruhatsuka-daikon

Fig. 5 Cracking of primary cortex in *Brassica rapa* L. (Yorii-kabu) and *Raphanus sativus* L. (Akamaruhatsuka-daikon). Arrows show the cracking of primary cortex.

みると、“金町コカブ”では根はひげ根状をしており、肥大はい軸で認められ、これに根部のひげ根の着生点より上の部分が付加して肥大しており、他の品種も同様であった。青葉(2)もカブの肥大はい軸部で認められ、抜きとつた場合にはい軸と根部は明瞭に区別できると述べている。これに対して“みの早生ダイコン”のように根が長くなる品種では、主根が長く伸びた後に、まず根部が肥大し、それにはい軸部分が併合されるような過程で肥大が起こる。松本(10)もダイコンでは根が肥大し、それにはい軸部が加わっていることを述べている。ただ、第3図、第4図でもわかるように、“赤丸ハツカダイコン”ではカブと同様、はい軸の中央部の肥大が認められた。

ii. 初生皮層のはく(剥)脱現象について

カブで肥大が開始した後、第5図のようにはい軸部分の初生皮層のはく(剥)脱する現象が認められた。この現象は発芽から4葉ころまでに形成された初生皮層が、はい軸部分の肥大とともにはい軸からはく脱していく現象について名付けたものであり、並川・遠藤(12)は酸茎菜で、青葉(2)はカブで報告しており、本実験でも供試したカブの全品種で認められた。

このはく脱現象のき裂は2枚の子葉の着生点を結ぶはい軸の横断面と直交する方向のはい軸の両下部に最初に認められ、そのき裂は次第にはい軸の上部に達し、その後、はい軸の下部からはく脱を始める。はく脱した初生皮層は第5図のように一時は着葉部位に附着しているが、やがてそこからも消失する。なお、このはく脱現象の開始時期は早生系の“寄居カブ”、“金町コカブ”では早く、晩生系の“小岩井カブ”では遅く認められた。

また、初生皮層のはく脱現象はカブ類のみでなく、ダイコン類でも起こることが渡辺(19)によって報告されているが、本実験でも確認された。そして、その時期はカブ類と同様、4葉時以降であり、肥大の早い“赤丸ハツカダイコン”では早く、“花知らずダイコン”、“みの早生ダイコン”では遅く認められた。

2. 肥大現象の組織解剖学的観察

並川、遠藤(12)は酸茎菜で根とはい軸との組織上の差異に注目して肥大現象を観察しており、渡辺(19)はダイコンの肥大現象を詳細に報告しているが、本実験では肥大開始部位が根であるのか、はい軸であるのかを外部形態的に観察した後に、肥大する部位であるはい軸について組織学的な観察を試みた。その結果、子葉が完全に展開したころの菜類のはい軸は2つの原生木部が子葉の着生

Yorii-kabu

Fujiwase-kanran

Fig. 6 Structure of vascular bundle tissues of hypocotyl compared with *Brassica rapa* L. (Yorii-kabu) and *B. oleracea* var. *capitata* DC. (Fujiwase-kanran) in the 5th leaf stage ($\times 40$).

している方向の内皮に近いところに分化し、その内側に後生木部を分化して初生木部板を形成していることが認められた。はい軸の下部では後生木部の分化が著しく、中央部はほとんどそれで占められている。初生師部は初生木部板の両側に分化し、その間の細胞は活性を示していた。はい軸の中央部と上部では師部と木部との間に形成層の活動が認められるが、形成層輪の形成までには発達していない。2葉時になると形成層の活動はいはい軸の各部に認められ、形成層輪も完成し、内外に盛んに分裂を始める。はい軸の中央部では形成層の内側に木部が、外側には師部が観察される。上部では中心部分に大きな柔細胞が分化している。

このころまでのはい軸部分の組織形態は肥大するカブでも肥大しないハクサイ、ナタネでもほとんど差が認められないことは前報(9)で指摘したとおりである。並川・遠藤(12)の酸茎菜の場合はこの点については詳述されていないが、はい軸の横断切片の図では著者らが観察した切片に類似した図が掲載されている。

肥大しない菜類のはい軸とカブのはい軸の組織形態に明瞭な差が認められたのは4葉時以降であったが、肥大が早く認められた“寄居カブ”では3葉ころからははい軸の中心部分に放射組織の発達がみられ、木部維管束の配列が放射状に整理されてくる。この現象については青葉(2)も述べている。4葉ころからは木部柔組織に師部の分化が認められ、6葉時には広く認められるようになる。この時期には木部維管束のまわりにも弱い形成層が現われる(第6図参照)。その結果、3葉ころまでに形成

された形成層環は分断されたような形態になり、肥大の起こらぬ菜類のはい軸とは著しく異なった形態を示す。このような機作によってカブのはい軸部分は4~6葉ころから急速に肥大を開始する。この肥大の機作について並川・遠藤(12)は根では破生的間隙を生じ、はい軸では中心柱が肥大すると述べており、特に根部とはいはい軸の下部の組織形態に重点が置かれているために、本実験結果と一見相違しているように思われるが、掲載されている切片の図からみて、はい軸の上部では本実験結果と同様な結果が観察されていたのではないかと考えられる。青葉(2)は二次分裂組織による後期肥大の現象には、「木部柔細胞の多くは分裂機能をもっているらしく、各所で少しずつ新しい細胞がつくられ、肥大生長は一層すすむ」と述べている。一方、渡辺(19)によると「“守口ダイコン”、“美濃早生ダイコン”では、道管は中心から放射列を

つくるように並んで環状配列が起こるが、漸次中心を同心円状に取り巻くいくつかの環をつくるように並びはじめる」と述べており、カブの場合とは著しい相違を示している。

3. はく(剝)脱現象の組織解剖学的観察

カブのはい軸にみられる初生皮層のはく脱現象は、前述のように外見的には3葉から開始する品種もあるが、組織学的、組織化学的に検討を加えてみると、“寄居カブ”では子葉時にすでにその前徴が認められた。すなわち、青葉(2)は初生皮層が離脱し始めるころ、内しょう(鞘)細胞は分裂を始めコルク形成層を生じ、やがて数層のコルク層ができると述べているが、スザンⅣ染色によつてはい軸部分のコルク化反応を調べてみると、子葉期にはすでにはい軸の下部ではく脱の起こる方向に内しょうのコルク化反応が認められた。だが、子葉期にははい軸の中央部と上部には反応は認められなかった。並川・遠藤(12)は「ゲンチャナ紫のアンモニア溶液と稀塩酸あるいはゾーダンのアルコール溶液で処理すると表皮が上皮化しているのが知られる」と述べているが、本実験では内しょう部により強い反応を認めた訳である。2葉時になると、はい軸の下部のみでなく中央部、上部で内しょう全体にコルク化反応が認められた。

なお、供試した各品種のはい軸を用いて発芽時と4葉時に初生皮層の数を調査した結果、はい軸の中央部では8層、下部では7層の品種が多かった。だが、この初生皮層の層数は各品種とも葉時になってもほとんど変化が認められなかった。並川・遠藤(12)のはい軸の皮層は7

～8層であり、根の上は6～7、下は3～4層だと述べており、はい軸については本実験と同様な結果がえられている。一方、はい軸の中央部や下部の初生皮層と内皮の細胞の伸長状態を測定してみると、いずれも3～4葉ころまでは伸長するが、その後は伸長を停止する。この他、子葉時にすではく脱の起こる方向の内皮と皮層細胞との間には破生的間げき（隙）が“寄居カブ”で認められた。

以上の結果から、カブにみられるはい脱現象は発芽から4葉ころまでに完成された皮層が比較的早い時期に細胞の伸長と張力性を失うために、4葉ころから開始するはい軸の形成層を中心とする内部形態の変化（肥大現象）に対応できなくなり、き裂を起こしてはい脱するものと考えられる。この観察は“寄居カブ”を主として用いて行なったものであるが、他の品種でも葉令は異なっても同様な過程を経てはい脱現象が起こることもわかった。並川・遠藤(12)も酸茎菜で「根の中心柱の肥大生長が進むと初生皮層のうすい下部は機械的に引裂かれる」と述べている。

4. 肥大現象の組織化学的観察

i. 単糖類の反応

各葉令ごとにははい軸部を採取して調査を行なった結果、供試したどの品種も生育時期に関係なく、生長点付近にはかなり強い単糖類の反応が認められたが、生長点から離れるほど反応は弱くなり、生長点から1 cm以上離れた部分では維管束がかすかな反応を示すのみであった。この傾向は肥大後も変化はなく、中央部分の柔組織には反応は認められず、生長点部分には強く、周辺の維管束にはかすかな反応が認められた。

ii. 多糖類の反応

菜類のはい軸部位での多糖類を観察してみると、各品種とも維管束に隣接した外側の細胞内に中～大粒の糖か(顆)粒が数多く認められ、維管束の内側では外側にみられるものよりつねに小さい糖か粒が観察された。糖か粒の分布にみられるこのような傾向は Motta (11) Riding and Gifford (14) も指摘している。すなわち、はい軸部分の糖か粒の分布を観察してみると、発芽時の個体では生長点に近い部分と根に近い部分に糖か粒の大粒があり、はい軸の中央部分には小粒がみられた。4葉時の個体でははい軸の下部では組織の分化がほぼ完成しているが、このころになると、はい軸の上部では発芽時と同様、多くの糖か粒がみられたが、下部では非常に少なかった。また、下部の肥大しない菜類では、はい軸の下部では維管束の内側に第二次木部が形成されるが、第二次木部組織中には糖か粒は認められず、周辺の維管束に隣

接する細胞中には小粒の糖か粒がわずかに観察された。これに対してカブでは、4葉時以降になり、特に肥大が開始すると、それまで形成されていた形成層環が分断されるが、このころになると形成層付近には1細胞当り15～20粒ほどの糖か粒の集積が認められた。この糖か粒は中心部の柔組織中にも1細胞当り15粒ほど認められ、その数は生長点に近い細胞ほどいくらか多く、根に近い柔組織ほどいくらか減少する傾向が認められた。

iii. 核酸反応

発芽から4葉ころまでは実験に用いた各品種とも、前報(9)と同様な結果がえられた。すなわち、発芽時にははい軸の全組織が淡紫色に呈色したが、2葉ころからは生長点付近と維管束の部分が淡紅色の反応を示し、発芽時より強い反応が認められたのに対して、その他の組織では発芽時より反応は弱くなった。3葉ころには生長点付近と維管束では強い反応がみられたが、ずいど皮層では2葉ころよりさらに反応は弱くなった。4葉時以降では肥大の起こらぬ品種は、中心部分に第二次木部が発達するとともに核酸反応は形成層部分にわずかに認められるだけになる。一方、肥大する品種では4葉時以降でも形成層付近は肥大しない品種より強い反応が認められたが、生長点付近は形成層付近より強く、柔組織やはい軸の下部の維管束はやや反応は弱かった。この傾向は肥大が進んだ場合にも同様に観察された。

iv. リグニン反応

リグニン反応も4葉ころまでは前報(9)で述べたように、肥大する品種も肥大しない品種もほぼ同様な反応を示した。すなわち、供試した各品種とも、発芽時には2～3本の道管が紅色に呈色するのみであるが、その他の組織には反応は認められなかった。その後は呈色部分が増し、はい軸の横断面では環状の呈色がみられるようになるが、4葉ころまでは維管束以外の部分での反応は認められなかった。4葉ころになると肥大しない菜類の品種では、はい軸の中心部に第二次木部の形成が観察され、生育の進展とともにはい軸はやや太さを増し、しだいに木本性の茎に似た構造を示すようになる。そして、リグニン反応もこれにともなつてしだいに強くなった。これに対して肥大する品種では、4葉ころまでに肥大しない品種と同様に形成層環が一時形成され、リグニン反応もはい軸の横断面では環状の呈色がみられるが、肥大が開始し形成層環が分断され、木部維管束のまわりの細胞が活性を帯びて細胞分裂を始め、肉眼的に肥大が認められた時のはい軸の各部位は、道管のみが呈色するのみで他の組織は全く反応を示さなかった。このような状態で肥大が進み、完全に肥大したカブでもリグニン反応を

The 8th leaf stage in
Yorii-kabu

The 6th leaf stage in
Fujiwase-kanran

Fig.7 Lignification of hypocotyl in *Brassica rapa* L. (Yorii-kabu) and *B. oleracea* var. *capitata* DC. (Fujiwase-kanran). (×40).

示す部位は第7図のように、周辺部の数本の道管が強い反応を示す以外は呈色は認められなかった。本実験ではダイコンの肥大部のリグニン反応は調査しなかったが、渡辺(19)によるとダイコンでは肥大部でもかなり強いリグニン反応を示すことが報告されている。

5. カブとダイコンの肥大現象について

以上、主としてカブの肥大現象を形態的、組織解剖学のおよび組織化学的に検討を加えたのであるが、カブの肥大部分は地上に現われているはい軸が肥大し、それに地下部のひげ根の着いている部位より上の部分が付加的に肥大して形成される。そして、肥大の始まる葉令は品種によって異なるが、4葉ころまでに形成された形成層環が木部柔組織に新生する分裂細胞によって分断されて肥大が開始するものであり、組織化学的にもリグニン反応が肥大しないものに比べて顕著に劣ることがわかった。これに対して、“花知らず”“みの早生”などのダイコンでは、主根が伸びた後にまず根の部分で肥大が起こり、これにはい軸が付加している。ただ、“赤丸ハツカダイコン”ではカブと全く同様な肥大経過が認められた(第1, 2, 3, 4図参照)。

摘 要

1. カブの肥大現象を形態的、組織解剖学のおよび組織化学的に検討を加えるために実験を行なった。

2. 形態的にはい軸の伸長と肥大の過程を、組織解剖学的にはい軸部の組織学的変化を、組織化学的には糖、核酸およびリグニンについて検討を加えた。

3. その結果、はい軸の伸長生長は供試した各品種とも6葉ころまでに停止したが、肥大開始は品種によって差がみられ、肥大の早い“寄居カブ”、“金町コカブ”は4葉ころから肥大が開始し、6葉時には肉眼でも確認できたが、“小岩井カブ”では10葉時でも肥大が開始しなかった。

4. カブの肥大はい軸の中央部分から始まり、これにはい軸の下部と上部が加わって起こるのに対して、形の長くなるダイコンの肥大は主根が肥大し、これにはい軸部分が付加して起こる。ただ、ハツカダイコンではカブと同様な肥大の仕方が観察された。

5. カブの肥大を組織学的に観察してみると、4葉ころまでに完成された形成層環内部の木部柔組織のまわりに新しい師部が形成し活性化するため、形成層が分断されるようになって組織の増大が起こり、肥大の起こらぬ品種とは著しく異なった形態的变化が認めら

れた。

6. 組織化学的には肥大の起こらぬ品種に比較して、カブのはい軸は4葉時以降でも糖、核酸の強い反応が認められた。また、特にリグニン反応では顕著な差異が認められ、肥大したカブではリグニン反応が極端に弱かった。

7. カブ、ダイコンとも、肥大が開始すると幼苗時に形成された初生皮層ははく(剥)脱する現象が認められた。これは初生皮層が内部組織の形態的变化(肥大)に対応できなくなったためと考えられ、組織学的、組織化学的にもそれが確認された。

引用文献

1. 青葉 高. 1966. カブ根色の遺伝に関する研究(第1報). 山形農林学会報. 23: 13—19.
2. ————. 1975. 農業技術大系, 野菜編9巻. カブ. pp. 23—26. 農山漁村文化協会.
3. 猪野俊平. 1954. 植物組織学. 内田老鶴園.
4. 岩崎文雄・河村重行. 1967. ピロニン・メチルグリーンによる染色体の観察. 農技. 22(2): 28—29.
5. ———・塚田元尚. 1969. 脂肪性種子の発芽時における組織化学的变化. 農技. 24(2): 81—84.
6. ———・細田友雄. 1969. 菜類の抽苔に関する研究(第3報). 生育に伴う生長点部位の組織化学的变化について. 育雑. 19: 39—46.
7. ————. 1970. 菜類の抽苔に関する研究(第6報). 節間伸長におよぼす遺伝的要因の影響. 園学雑. 39: 162—168.
8. ————. 1972. 菜類の開花受精時にみられる雌

- ずいの形態的・組織化学的变化. 育雜. 22 : 340—345.
9. ———. 1975. 菜類の抽苔に関する研究 (第7報). 節間伸長茎の形態的・組織化学的観察. 園学雜. 44 : 22—32.
 10. 松本正雄. 1975. 農業技術大系, 野菜編9巻. ダイコン pp. 23—32. 農山漁村文化協会.
 11. MOTTA, J. J. 1971. Histochemistry of the rhizomorph meristem of *Armillaria mellea*. Amer. J. Bot. 58 : 80—87.
 12. 並川 功・遠藤政太郎. 1932. 酸茎菜の肥大根の發育に関する解剖学的観察. 農及園. 7 : 3—16.
 13. 男沢良吉. 1957. 根釧地方におけるルタバガの栽培法に関する試験 (第1報). 北海道農試集報 1号 : 18—29.
 14. RIDING, R. T. and E. M. GIFFORD, JR. 1973. Histochemical changes occurring at the seedling shoot apex of *Pinus radiata*. Can. J. Bot. 51 : 501—512.
 15. 渋谷 茂・岡村知政. 1954. 種子の表皮型に依る本邦蕪菁品種の分類. 園学雜. 22 : 235—238.
 16. ———・———. 1956. 色蕪菁品種の色素発現機構について (第2報). 園学雜. 25 : 111—115.
 17. ———・———. 1957. 蕪菁一代雜種に関する研究. 園学雜. 26 : 15—20.
 18. ———・磯田竜三. 1958. 蕪菁品種の花芽分化について. 園学雜. 27 : 45—48.
 19. 渡辺光太郎. 1958. 大根肥大生長の解剖学的考察. 特に桜島大根と守口大根の比較. 日本の大根 (西山市三編著) pp. 79—97. 日本學術振興会.
 20. WHITTINGTON, W. J. 1971. Genetic variation of hypocotyl length in the Brussels sprout. Ann. Bot. 35 : 345—351.