

ハクサイの結球現象に関する研究 (VI)

球の發育に及ぼす光度および日照時間の影響

加 藤 徹

(農学部そ菜学研究室)

Studies on the head formation of chinese cabbage (VI)

Effects of light intensity and daylength on the development of leafy head

by Toru KATO

(Laboratory of Vegetable Crop Science, Faculty of Agriculture)

Summary

1. Head development was significantly correlated with leaf area of wrapper leaves. The higher the light intensity and / or the longer the daylength, the more increases the leaf area of wrapper leaves, resulted in the compact leafy head of chinese cabbage.

2. The lower the light intensity, the less the increase in number of leaves and leaf weight during the growth period. And further the addition of nitrogen fertilizer increased those tendency.

Consequently the less application of nitrogen fertilizer is favorable for the growth of chinese cabbage under low light intensity.

3. Short day condition retarded the growth of seedlings and depressed the flower bud differentiation more than long day condition, and then head formation was not promoted by the after-effect of short day treatment during the growth of seedlings. in both spring and autumn

ま え が き

結球現象には球の形成(結球体勢の確立)と葉球の充実(球の完成)という二過程が含まれているが、は種後順調に生育せしめれば容易に結球の完成がみられるのである。

これら結球現象は遺伝子の作用が外的、内的要因と関連しあって進行する現象で、すでに球の形成に関連しあっている要因については報告してきた⁽⁵⁻³⁾。

しかし葉球の充実に及ぼす外的要因について研究されたものが少ないので、この面を明らかにし、なお一そう結球現象の全ぼうを究明したいと考え、調査をしたので報告したいと思う。

今回は球の充実に及ぼす環境要因のうち、光の影響として光度および日長時間の影響について報告する。

(I) 第1実験 光度の影響

1. 材料および方法

30cm鉢に堆肥および硫酸、塩加、過石各2瓦を混合した壤土をつめ、これに8月15日松島純2

号をは種した。

発芽後順次間引いて9月15日より1本立ちとした。

8月28日に各鉢に鉢あたり硫安、塩加、過石各2瓦を加え、さらに第1表の設計に従って9月1日より追肥を行なった。

Table 1 Application plan of fertilizers

Date	Aug. 15	Aug. 28	Sept. 1	Sept. 6	Sept. 11	Sept. 16	Sept. 21	Sept. 26	Oct. 1	Oct. 6
Plots										
Heavy nitrogen	Manure & N : 2g	N : 2g P : 2g K : 2g	N : 3g	N : 3g	N : 3g	N : 3g P : 3g K : 3g	N : 3g	N : 3g	N : 3g P : 3g K : 3g	N : 3g
Light nitrogen			O	O	O		O	O		O

N : Ammonium sulphate

P : Calcium superphosphate

K : Potassium hydrochloride

施肥処理と同時に9月1日より遮光処理を開始した。すなわち、寒冷紗およびヨシズで日照区の75パーセント、45パーセントになるように光度を調節して生育せしめた。

なお、かん水、除草、病虫害防除にはとくに注意を払い、生育の万全を期した。

2. 結 果

(1) 葉面積に及ぼす影響

結球開始の9月23日に葉面積を測定した結果は第1図のとおりで、光度が減少するにつれて葉面積が少なくなっている。

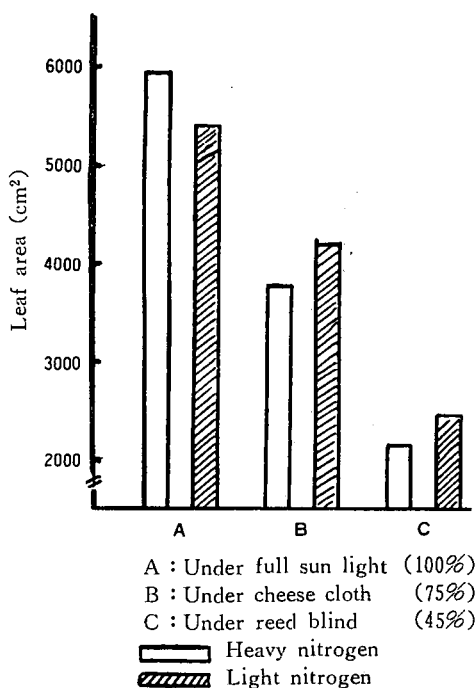


Fig. 1. Effect of light intensity and nitrogen dressing on the leaf area of chinese cabbage at the beginning of head formation.

チッソ肥料の影響は日照の強弱によって異なり、日照が十分に強いときはチッソ施肥の増加に伴なって葉面積も増加していたが、日照の弱いときはチッソ施肥の多い区ほど葉面積が少なく、逆の結果がみられた。

(2) 葉数および葉重の増加に及ぼす影響

葉数および葉重の増加に及ぼす光度の影響について調査した結果は第2図のとおりである。

生育日数の増加に伴なって葉数がまず増加し、ついで葉重が増加している。

光度が低下するにつれてまず、葉数の増加度合が低下し、つれて葉重の増加も少くなっている。

日照が十分なときはチッソの増肥も葉数をふやしているが、日照が弱いと多チッソ施肥によって葉数の増加が抑制される傾向がみとめられた。

このような傾向は葉重の増加傾向にもみられる。しかも葉重の増加度合に及ぼす影響の方が葉数に及ぼす影響より著しいように思われる。

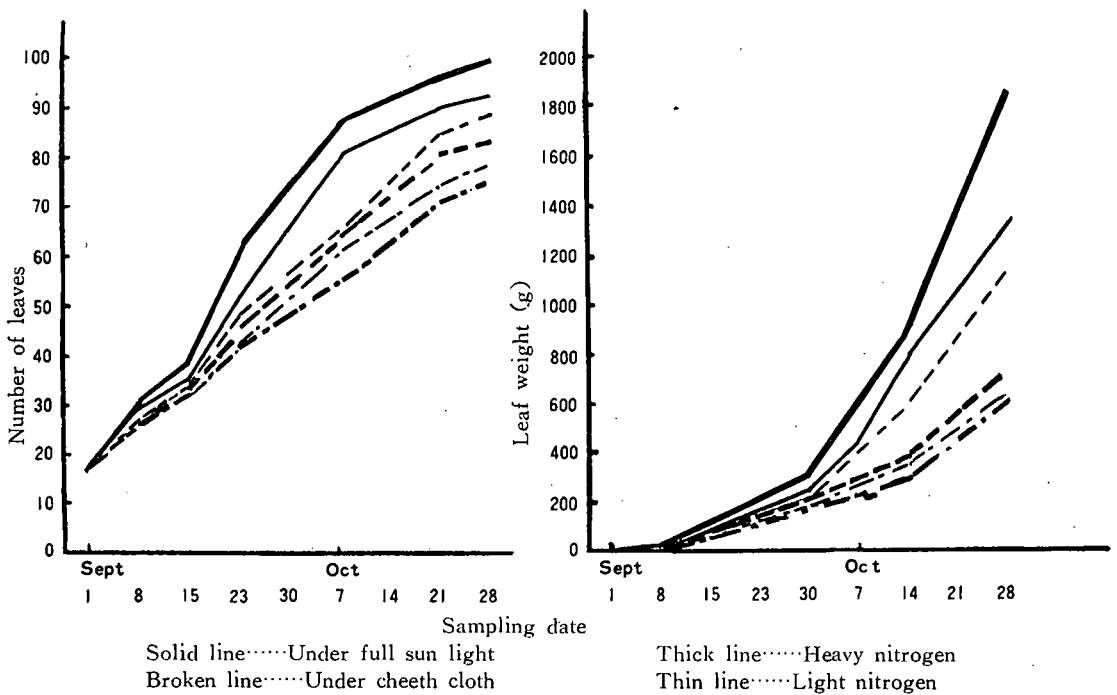


Fig. 2. Effect of light intensity and nitrogen dressing on the increase in leaf number and leaf weight of chonese cabbage.

(3) 結球様相について

第3図にみられるとおり遮光度が強くなるにつれて外葉が立上っており、早くから結球体勢を示したことを物語っている。

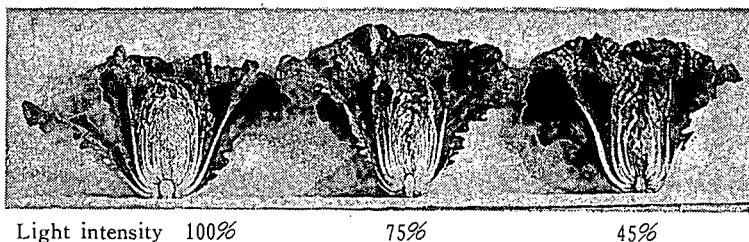


Fig. 3. Effect of light intensity on the growth of chonese cabbage.

したがって外葉として数えられる葉数は少ないが、球の充実はいたって不良で、空間がみえる。一方日照の強い区では外葉がよく展開しており、外葉数も多い。さらに球の充実がよく、よくしまっている。

チッソ肥料の影響は日照が弱くなるにつれて強くあらわれ、第4図のように、葉先が外側にカーブし、外方に開いている。



Left : Low nitrogen application
Right : High nitrogen application

Fig. 4. Effect of nitrogen application under low light intensity on the leaf behavior and head development.

つきに外葉の基部も外側に開き、遮光に伴う葉の立上りが抑制されている。いいかえれば遮光による葉の立ち上りはチッソ過多になると抑制されて、結球体勢に入るのが遅れることを示している。

それと同時に球の充実もますます不良となっている。

(4) 収量に及ぼす影響

10月28日における収量調査の結果は第1表のとおりである。

外葉数は各区ともほとんど差がみられない。これは収穫時球とみなされる部分からはなれている葉は外葉として数えたため、充実の不良な遮光区では外葉と数えられた結果結球体勢に早く入ったにもかかわらず外葉数が多くなったものと思われる。

外葉重、球重ともに遮光度が強まるにつれて減少し、全体として少なくなっているが、外葉重の減少よりも球重の減少の方が著しい。

逆に日照が強くなると球の充実がよく、収量も高まっている。チッソ肥料は日照の強さと密接に関係して、日照が強いときは収量を高めるが、日照が弱くなると逆に収量を著しく低下せしめる。

Table 2. Effect of light intensity on the yield of chinese cabbage

Light intensity	Nitrogen dressing	Number of leaves			Leaf weight (g)			
		Wrapper leaves	Head leaves	Total	Wrapper leaves	Head leaves	Total	Wrapper/Head
Full sun light (100%)	High	21.0	78.4	99.4	790	1050	1840	0.75
	Low	19.3	73.3	92.6	649	674	1315	0.96
Shade by cheese cloth (75%)	High	22.0	61.4	83.4	525	190	715	2.76
	Low	22.0	67.4	89.4	640	482	1122	1.32
Shade by reed blind (45%)	High	22.0	53.6	75.6	435	158	593	2.75
	Low	21.8	57.2	79.0	465	162	627	2.87

3. 考 察

結球体勢は外葉が内側の葉を遮光することによって誘導されることは第3図で示された。

遮光によって一そう結球体勢が促進されることはすでに報告したが⁽³⁾、この場合体内のオーキシンが作用する生理的条件として炭水化物が多く、チッソ化合物の少ないことが必要である。したがって逆にチッソ化合物が炭水化物より多くなると、遮光に伴う葉の立上りが阻害される。

第4図の結果はこの間の様相を示している。すなわち、結球体勢は日照の強さとチッソ肥料の多少の組合せに強く影響されている。

しかしながら球の充実は結球体勢の早晩とは関係なく、第5図の結球開始時の葉面積と密接に関係している。

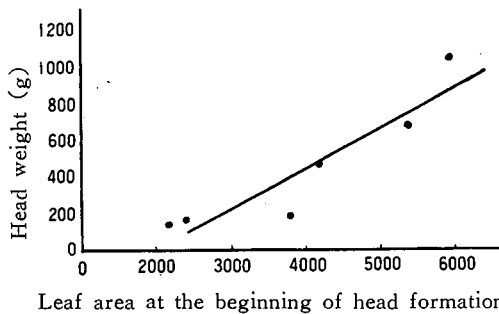


Fig. 5. Correlation of head weight with leaf area of wrapper leaves at the beginning of head formation.

外葉の葉面積は結局一枚一枚の葉の大きさと葉数に影響されているわけで、第2図にみられるとおり、日照が強くと、チッソ肥料が多いと葉数も葉重も著しく増加し、ひじょうに旺盛に生育するのに対し、日照が弱くなるにつれて葉数も葉重の増加仕方も著しく少なくなり、さらにチッソ肥料が加わってそれぞれの増加はますます少なくなる傾向がみられる。

したがって球の充実には葉面積を大きくすることが大切であるが、それには日照の十分に強ところで旺盛に生育させることである。

(II) 第2実験 日照時間の影響

球の充実には及ぼす日照時間の影響を調査するために、補光して長日処理をした場合の影響と、短日操作をしてその後作用の影響について実験を行なった。

1. 材料および方法

(1) 第1小実験 野崎2号を8月5日60cm鉢につめた肥沃土壌には種し、9月2日より二区に分け、長日処理を施した。すなわち、一区を自然短日区とし、他区を長日処理区とした。長日処理区は18時間日長になるように、夕方5時30分より200ワット2個を植物体上60cmの距離から照明し、12時に消燈した。

(2) 第2小実験 8月15日に15cm鉢内の土壌に野崎2号、松島純2号、白色包頭連の3品種をまき、8月21日より短日処理を施した。20日間短日処理後は場に5株ずつ3回繰返して定植した。

また4月25日に野崎2号を鉢にまき、5月16日より同様に20日間8時間短日処理をして6月5日には場に定植した。

2. 結 果

(1) 長日の影響

9月30日の調査結果は第6図と第3表のとおりである。

外葉数が長日処理によってわずかに増加し、それにつれて葉面積も増加している。葉色はこくなり、葉は大きく展開している。

全量および球重も自然短日区より長日処理区の方がまさっている。



Upper : Growth during the head formation
Lower : Head development at harvest time
Left : Long day treatment
Right : Natural short day

Fig. 6. Effect of long day treatment on the growth of Nozaki No. 2 chinese cabbage.

Table 3. Effect of long day treatment on the growth of chinese cabbage

Plot	Number of leaves			The largest leaf		Total leaf area (cm ²)	Leaf weight (g)			Dry weight of leaves (g)
	Wrapper leaves	Head leaves	Total	Length (cm)	Width (cm)		Wrapper leaves	Head leaves	Total	
Short day	16.6	34.0	50.6	34.0	22.0	8744.8	505.3	65.0	570.3	15.3
Long day	18.0	36.3	54.3	34.5	26.9	9196.8	678.2	99.3	777.5	19.8

(2) 短日処理の後作用について

(i) 秋まきの結果短日処理に伴う定植時の苗の大きさは第4表のとおりで、短日処理によって著しく苗の生育が抑制された。

このような苗の10月20日の調査結果は第5表のとおりで、短日処理の後作用はみられず、短日処理区は著しく生育が遅れ、球の発達も不良であった。

このような傾向は各品種同様であるが、なかでも野崎2号に対して短日処理による生育遅延が著しく、自然日長区の球の重さの約半分位である。

Table 4. Effect of short day treatment on the growth of seedlings sown in autumn

Variety	Treatment	Number of leaves			Fresh weight (g)			Leaf area (cm ²)	The largest leaf		
		Expanded	Unexpanded	Total	Top	Root	Total		Length (cm)	Width (cm)	L/W
Nozaki No. 2	Check	9.0	21.0	30.0	35.0	3.2	38.2	580.8	17.0	11.2	1.52
	Short day	9.0	11.0	20.0	6.5	0.5	7.0	139.7	10.0	6.0	1.67
Matsushima-Jun No. 2	Check	14.0	22.0	36.0	60.5	4.9	65.4	929.4	19.5	12.4	1.57
	Short day	11.0	16.0	27.0	13.0	0.8	13.8	113.2	10.8	6.1	1.77
Hakushoku-hotohren	Check	13.0	21.0	34.0	46.5	3.8	50.3	777.5	18.3	11.2	1.63
	Short day	10.5	15.0	25.5	9.0	1.0	10.0	182.4	12.6	6.3	2.00

Table 5. Effect of after-effect of short day treatment on the head formation of chinese cabbage

Variety	Treatment	Number of leaves			Leaf weight (g)			The largest leaf		Percentage of plant differentiated flower	Beginning of head formation*	
		Wrapper leaves	Head leaves	Total	Wrapper leaves	Head leaves	Total	Length (cm)	Width (cm)			
Nozaki No. 2	Check	13.6	81.0	94.6	1157	1215	2372	47.0	37.5	45	Sert.	29
	Short day	12.8	63.7	76.5	664	618	1282	42.5	34.8	10	Oct.	3
Matsushima-Jun No. 2	Check	20.6	79.6	100.2	985	905	1890	35.3	26.0	60	Oct.	1
	Short day	18.9	69.6	88.5	618	514	1132	32.0	23.3	35	Oct.	5
Hakushoku-hotohren	Check	26.0	72.4	98.4	1375	625	2000	44.5	33.0	85	Oct.	3
	Short day	17.0	66.5	83.5	744	518	1362	40.5	31.8	55	Oct.	6

* The beginning of head formation was decided at time when more than 50 per sent of plants started to form the head.

松島純2号, 白色包頭連と晩性品種になるにつれて球の発達割合に自然日長区と短日処理区の間で差がみられなくなっている。

短日処理区は自然日長区にくらびて花芽分化が抑制され, 花芽分化期がおそくなった。

三品種の中では野崎2号の短日処理がもっとも抑制されていた。

(ii) 春まきの結果 定植時の苗の大きさは第6表のとおりで, 短日処理によって苗の発育が抑制された。

定植後20日目の6月25日の調査結果は苗時代の生育抑制がそのまま葉数および葉重にも現われ, 球の発達も不良であった(第7表)。

Table 6. Effect of short day treatment on the growth of seedlings sown in spring

Treatment	No. of leaves			The largest leaf		Fresh weight (g)		Dry weight (g)	
	Expanded	Unexpanded	Total	Length (cm)	Width (cm)	Top	Root	Top	Root
Check	11.0	22.5	33.5	14.3	11.6	38.5	4.1	3.0	1.2
Short day	10.1	19.0	29.1	14.0	11.2	34.6	3.7	2.2	0.7

Table 7. Effect of aftereffect of short day treatment on the head development of chinese cabbage

Treatment	No. of leaves			Leaf weight (g)			The largest leaf	
	Wrapper leaves	Head leaves	Total	Wrapper leaves	Head leaves	Total	Length (cm)	Width (cm)
Check	14.4	39.3	53.7	790.0	279.0	1069.0	35.2	26.7
Short day	13.2	30.1	43.3	638.5	115.4	753.9	28.5	23.5

3. 考 察

日照時間が長くなるにつれて外葉の葉面積が増大し、球の発達が促進された（第3表）。

生長促進に長日条件が望ましいことを示している。逆にいえば短日条件は生育をおくらせることを暗示している。

第3および5表は明らかに短日条件下では長日条件下より生育が悪いことを裏書きしている。

このように結球性そ菜で長日にくらべて生長が短日で抑制されているとともに花成も抑制されるものとして伊東⁽²⁾、山崎⁽⁹⁾、平岡⁽¹⁾、Rahpapot⁽⁴⁾らによってレタスで示されている。

育苗期の短日処理によって球の形成促進はまったくみられず、短日による生育遅延がそのまま球の發育不良となっている。

とくに早生の野崎2号で著しいのは外葉数が少なく結球開始されるため⁽⁶⁾短日処理に伴う外葉の葉面積の減少が回復されずに球形成となるためであろうと思われる。

以上からハクサイではできるだけ強い光を長時間あてることが充実した大きな球を収穫する要因の一つである。

(III) 摘 要

1. 球の發育は外葉の葉面積と密接に関係し、日照の強いほど、日照時間の長いほど、葉面積が増加し、球の充実が良好である。

2. 日照弱くなるにつれ、葉数および葉重の増加度合が少なくなる。さらにチッソ肥料が多く施されるとますますこの抑制度合が強められる。

3. 短日条件によって長日にくらべ、生育が抑制され、花成も抑制される。

4. 結球促進のための幼苗期の短日処理の効果は期待されない。

引 用 文 献

1. 平岡達也。(1967) 洋菜類の生態に関する研究(第1報)
レタスの抽台、出らひ、開花におよぼす温度、日長およびジベレリンの影響について。園学雑。36:70~78
2. Ito, H., T. Kato, and Y. Konno. (1963)
Factors associated with the flower induction in lettuce. Tohoku J. agr. Res. 14:51~56.
3. 伊東秀夫、加藤徹。(1957) 白菜の結球現象に関する研究
結球の組織学的並びに生理学的研究。園学雑。26:154~162.
4. Rhpaport, L., and S. H. Wittwer. (1956)
Night temperature and photoperiod effects on flowering of leaf lettuce. [Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 67:429~437.
5. 加藤徹。(1964) ハクサイの結球現象に関する研究(II)
葉形よりみたる結球現象。高知大学研報。13:自然科学II, 195~204.
6. 加藤徹。(1964) ハクサイの結球現象に関する研究(III)
結球の早晩性に関する生理学的研究。同上。13:自然科学II:205~210.

7. 加藤徹. (1965) ハクサイの結球現象に関する研究 (IV)
結球現象よりみた白菜とな類との関係. 同上. 14: 自然科学II: 39~48.
8. 加藤徹. (1966) ハクサイの結球現象に関する研究 (V)
葉の屈曲に及ぼす環境要因の影響. 同上. 15: 自然科学II 16: 149~157.
9. 山崎肯哉 (1962) 数種蔬菜の花分化に関する研究
特に環境感受性の生育段階的推移に就て. 園試報. B. 1号: 88~141.

(昭和42年 9月30日 受理)

