

着色ニンニクの発生原因に関する研究

阿部 隆・吉池貞蔵・高橋慶一・伊藤明治・武藤和夫

Studies on Coloring Bulb of Garlic Plant

Takashi ABE, Teizō YOSHIKE, Keiichi TAKAHASHI
Akiharu ITO, Kazuo MUTŌ

I 緒 言

商品性の高いニンニクは大球で、しかもりん片数の少ない白色のものが好まれており、現在栽培されている品種もこの条件を備えている「福地種」に変わってきている。

しかし、品種の如何にかかわらずニンニクの生育後期から収穫、乾燥期の前半にかけて外皮が赤紫色に着色する、いわゆる着色ニンニクの発生が年により県下全域に多発し、収穫後すぐ出荷する早出しニンニクで問題となっている。

現地における着色ニンニクの発生状況は水田跡地より畑地に多く、同じ水田跡地でも砂質地で発生が多くみられた。

また、ニンニクの着色部位も栄養芽を覆っている保護葉から、りん茎を覆っている外皮葉にかけてみられるが特に保護葉に色素が多く栄養芽には全くみられない。

この色素は収穫後、時間の経過とともに退色するが、着色程度の強いものほど乾燥後も白色の程度が劣った。

これまでニンニクの着色に関する報告例は全くない。このため本研究では色素の判定から着手し、発生原因について主に気象的、土壌的要因との関連で検討した。

その結果 2、3 の知見が得られたのでここに報告する。

II 試験方法

1. 色素の判定

色素の判定は1980年ロビンソン法で定性した吸光度曲線によって推定した。

また、アントシアン含量については550、620、650 nmの吸収波長の吸光度の差から算出した。

2. 灌水時期と着色球

着色球の多発年は側球肥大期が比較的乾燥した年であったことから、1981年にパイプハウスで3月20日以降屋根部のみ被覆した雨よけ条件下で灌水時期との関係について検討した。

灌水方法は4日ごとに10mm灌水とし、6月1日から7月20日の収穫日まで灌水した区（以下6月1日～7月20日区と呼ぶ）、5月1日～7月20日区、3月20日～4月30日区、3月20日～5月20日区、全期間灌水区、無灌水区、および対照区（ハウス被覆なし）を設定した。

3. 保温時期と着色球

着色球の多発年は側球の肥大期が高温年であったこと

から、1981年に保温時期との関係について検討した。

保温方法はパイプハウスで被覆し、日中の温度を25℃前後に維持し適宜換気した。保温期間は3月20日から4月30日まで保温した区（以下3月20日～4月30日区と呼ぶ）、3月20日～5月30日区、3月20日～6月30日区、4月25日～6月30日区、5月5日～6月30日区、5月30日～6月30日区それに露地の対照区を設定した。

灌水時期および保温時期に供試した品種は「八幡平」「福地」種で、いずれも1区6.7㎡（100株）1区制である。なお、植付時期は1980年9月20日とした。

4. 収穫時期と着色球

予備調査の結果、収穫時の枯葉程度と着色球の発生とに関連が認められたため、1982年には収穫時期との関係について検討した。

収穫時期を6月17日、6月24日、7月3日、7月10日7月17日に設定し、これに多湿区（pF1.4～1.5）、少湿区（pF2.7～2.8）、保温+多湿区、保温+少湿区、それに対照の露地区を組み合わせて検討した。

処理区の面積は1区3.4㎡（50株）2連制とし、「八幡平」「福地」の2品種で実施した。

なお、栽植様式については、いずれの試験においてもうね幅100cm、株間13.5cmの2条植とし、施肥量も基肥がa 当りN1.5 kg、P₂O₅ 2.0 kg、K₂O 1.5 kg、追肥、N 0.64 kg、P₂O₅ 0.16 kg、K₂O 0.64 kgとした。

Ⅲ 試験結果

1. 色素の判定および着色球の発生

ニンニクの栄養芽（りん片）を覆っている保護葉を中心に、側球を覆っている外皮葉に発生する色素は吸光度曲線から判断し、アントシアンのシアニジン系色素によるものと推定された。

1980年、着色ニンニクの調査とは別にニンニクの生態を知ろうとして、79年秋植ニンニクの各生育段階において、パイプハウスを被覆した各処理の着色状況について予備調査をした。その結果、着色球の発生率が最も高かったのは9月20日～翌春の5月20日までの全期間被覆した区で100%着色した。次いでりん片の肥大期にあたる3月20日～5月20日に被覆した区で70～80%の着色球がみられた。

これら処理区の保護葉におけるアントシアン含量は露地区に比べ8～12倍と著しく高かった(表1、表2)。

なお、このパイプハウスの栽培は無灌水で日中はサイドビニールを開放して換気をはかったが、ハウス内は著

しく乾燥した。

表1 被覆時期と着色球発生率

被覆期間	種子処理		
	無処理	種子冷蔵	催芽処理
9.20～5.20	100	100	100
9.20～11.20	0	0	0
1.20～3.20	30.0	23.3	36.7
3.20～5.20	73.3	86.7	53.3
露地	26.6	—	—

品種：八幡平 調査日 収穫期（7月4日）

表2 りん片の保護葉当りアントシアン含量

被覆期間	項目			平均	対露地比
	鱗片				
9.20～5.20	336	125	68	176	1257
9.20～11.20	5	8	11	8	57
1.20～3.20	14	7	14	12	86
3.20～5.20	122	98	125	115	821
露地	16	16	11	14	100

但し、550、620、650 nm の吸収波長の吸光度の差から算出。

保護葉重 1.20±0.2g

2. 灌水時期と着色球

着色ニンニクの発生年、および前年の予備調査の結果から、側球肥大期の乾燥条件が着色球発生に関与しているものと考えられ、雨よけ条件下で灌水時期について検討した。

その結果、生育の処理間差は、草丈で無灌水区が最も低く、灌水期間の短い区で劣る傾向がみられた。球重は側球の肥大期に灌水した5月1日～7月20日区、6月1日～7月20日区がまさった。

りん片の糖度は両品種とも無灌水区が35%前後で高く逆に全期間灌水区、露地区は30%前後と低く、灌水期間の長短と糖度に一定の傾向がみられた(表3)。

着色球については着色の程度に応じ4段階に分類し、着色指数を求め比較検討した。その結果、両品種とも無灌水区、3月20日～4月30日区に着色球が多発し、さらに肥大期後半の6月1日～7月20日区に多かった(表4)。

これら処理区は、いずれも側球の肥大最盛期に土壤水分が低下した区で、アントシアン含量も高く、さらに収穫時の茎葉の枯れ上がりも早かった(表5)。

表3 りん片の糖度

試 験 区		糖度(7月10日)
八 幡 平	① 無 灌 水	27.4%
	② 6 月 1 日 ~ 7 月 20 日	25.0
	③ 5 月 1 日 ~ 7 月 20 日	24.2
	④ 3 月 20 日 ~ 4 月 30 日	22.4
	⑤ 3 月 20 日 ~ 5 月 20 日	24.8
	⑥ 全 期 間 灌 水	21.8
	⑦ 対 照 区 (露地)	—
福 地	① 無 灌 水	35.8
	② 6 月 1 日 ~ 7 月 20 日	34.8
	③ 5 月 1 日 ~ 7 月 20 日	29.8
	④ 3 月 20 日 ~ 4 月 20 日	34.8
	⑤ 3 月 20 日 ~ 5 月 20 日	30.4
	⑥ 全 期 間 灌 水	30.0
	⑦ 対 照 区 (露地)	30.0

注) — 未調査

表4 着色球の発生率

試 験 区	調 査 時 の 生 育 概 況			着 色 球 の 程 度 別 発 生 率				着 色 指 数	
	生 葉 数	球 径	球 重	0	1	2	3		
	枚	cm	g	%	%	%	%		
八 幡 平	① 無 灌 水	3.3	4.9	45.9	0	0	0	100	1.00
	② 6 月 1 日 ~ 7 月 20 日	3.5	5.7	59.5	0	0	0	100	1.00
	③ 5 月 1 日 ~ 7 月 20 日	4.1	5.6	65.0	0	10	45	45	0.78
	④ 3 月 20 日 ~ 4 月 30 日	3.2	5.3	53.6	0	0	0	100	1.00
	⑤ 3 月 20 日 ~ 5 月 20 日	3.8	4.5	40.6	0	0	35	65	0.88
	⑥ 全 期 間 灌 水	4.3	4.9	42.3	25	15	35	25	0.53
	⑦ 対 照 区 (露地)	4.3	5.9	84.7	25	65	10	0	0.28
福 地	① 無 灌 水	4.8	5.7	60.1	5	20	40	35	0.68
	② 6 月 1 日 ~ 7 月 20 日	4.4	6.3	81.6	10	50	25	15	0.48
	③ 5 月 1 日 ~ 7 月 20 日	5.6	6.5	84.4	65	25	10	0	0.15
	④ 3 月 20 日 ~ 4 月 30 日	4.7	6.1	77.0	15	30	35	20	0.53
	⑤ 3 月 20 日 ~ 5 月 20 日	5.7	5.9	75.5	45	35	15	5	0.27
	⑥ 全 期 間 灌 水	5.5	5.9	76.6	75	15	5	5	0.13
	⑦ 対 照 区 (露地)	—	—	—	—	—	—	—	—

注) 着色球の程度別指数

- 0：発生なし
- 1：わずかに発生
- 2：1と3の中間
- 3：甚だしく発生

注*)

$$\text{着色指数} = \frac{\sum (\text{各指数} \times \text{個数})}{\text{最大指数値} \times \text{総個数}}$$

表5 アントシアンの吸光度

試 験 区		吸光度	対無灌水比
八 幡 平	①無灌水	0.231	100 %
	②6月1日～7月20日	0.280	121
	③5月1日～7月20日	0.078	34
	④3月20日～4月30日	0.306	132
	⑤3月20日～5月20日	0.100	43
	⑥全期間灌水	0.000	0
	⑦対照区(露地)	0.003	13
福 地	①無灌水	0.071	100
	②6月1日～7月20日	0.065	92
	③5月1日～7月20日	0.000	0
	④3月20日～4月30日	0.060	85
	⑤3月20日～5月20日	0.014	20
	⑥全期間灌水	0.000	0
	⑦対照区(露地)	0.000	0

吸光度測定は0.1%メタノール塩酸(50ml)で抽出後、波長550nmで測定。

3. 保温時期と着色球

着色ニンニクの発生年は側球肥大期が比較的高温気味に経過していることから、保温時期と着色球発生との関係について検討した。

1981年はニンニクの肥大期にあたる5、6月の気温が平年より2～3℃も低めに経過したため、露地での茎葉の枯れ上がりが平年より10～15日遅れた。

保温はパイプハウス被覆で行なったが、露地に比べ保温区の温度経過は日中5～10℃、夜間1～2℃高めに推移し、生育前半の草丈、葉数は著しく促進された。しか

し、生育後期まで被覆した区は葉枯れ病の発生が多く、全般に茎葉の枯れ上がりが早まり、球重ではやや劣る傾向がみられた。

保温時期とりん片糖度については、保温期間の短かい3月20日～4月30日区、5月30日～6月30日区が多かったがこれは、収穫時に残葉数が比較的多いことに原因するものと思われる。しかし処理間に一定の傾向は認められなかった。

着色球は保温区で発生が著しく、保温期間の長い区ほど多発した。アントシアン含量も最も長期間保温した3月20日～6月30日区に比べ、3月20日～4月30日区は17%、5月30日～6月30日区は25%程度であった。(表6)

灌水および保温時期試験の結果から、これら気象環境要因が着色球発生に及ぼす影響の大きいことが判明した。しかし、同一処理区内でも着色球発生程度に多少のバラツキがみられ、それが収穫時の茎葉の枯葉程度に関連が深いものと推察された。そこで、同一処理の無灌水区から茎葉の枯れ上がり程度の違う株を20株ずつ選び、枯葉程度と着色球発生との関連について調査した。

その結果、茎葉の枯れ上がりが進んだ株ほど着色球が多く、株の成熟程度と着色球発生との関連が深いものと思われた(表7)。

表6 保温時期と着色球

試 験 区	収 穫 時 の 生 育				着色球の程度別発生率				着色指数	アントシアンの吸光度
	生葉数	球径	球重	りん片数	0	1	2	3		
		cm	g		%	%	%	%		
3/20～4/30	3.9	5.3	62.7	6.1	0	20	50	30	0.70	0.048
3/20～5/30	0	5.2	40.0	5.7	0	0	5	95	0.98	0.181
3/20～6/30	0	4.7	40.6	6.0	0	0	0	100	1.00	0.281
4/25～6/30	0	4.5	35.7	5.1	0	0	0	100	1.00	0.195
5/5～6/30	0.2	4.9	37.1	4.9	0	0	0	100	1.00	0.143
5/30～6/30	0.7	4.9	37.1	4.8	0	0	30	70	0.90	0.069
対照(露地)	4.3	5.9	84.7	6.1	25	65	10	0	0.28	0

表7 枯葉程度と糖度、着色球発生状況

枯葉程度	枯葉程度と球の大きさ						着色球の発生程度				着色指数
	生葉数	球径	球重	糖度	0	1	2	3			
					枚	cm	g	%			
八幡平	枯葉程度 甚	0.7	4.2	—	—	0	0	0	100	1.00	
	〃 中	2.6	4.2	—	—	0	0	40	60	0.87	
	〃 小	4.1	4.6	—	—	0	0	65	35	0.80	
福地	枯葉程度 甚	1.7	5.9	73.6	34.0	0	10	0	90	0.93	
	〃 中	3.8	6.7	99.2	34.0	0	20	40	40	0.73	
	〃 小	6.3	6.4	981	28.8	90	10	0	0	0.03	

4. 収穫時期と着色球

土壤の乾燥条件および側球肥大期の高湿条件が着色球発生に及ぼす影響が大きく、しかもこれら条件はニンニクの成熟条件の早晚に関連しているものと考えられたため、成熟をより早める保温、乾燥条件を設定し、さらに収穫期を変えて検討した。

保温区の3～5月の温度経過は最高気温30℃、最低気温5～10℃前後で経過し、露地に比べそれぞれ15℃、4～5℃程度高かった。

また、土壤水分を変えた多灌水区と少灌水区の処理間差は5月上旬頃から明確となり、多灌水区はpF1.4～1.5、少灌水区は2.7～2.8前後で経過した。なお、露地栽培の生育後期は降雨量が少なく著しく乾燥した。

処理間の生育差は初期生育で保温区がまさったものの最終的には灌水量の違いによる生育差が大きく、いずれの品種でも多灌水区がまさった。

りん片（栄養芽）糖度は灌水量による差が大きく、少灌水区が「八幡平」で5%、「福地」で1～3%前後多灌水区を上回った。また、収穫時期の早晚による糖度も大きく、遅どりほど糖度が高かった。収穫時期の違いによる糖度差を露地区の「八幡平」で見ると、6月17日から7月10日までの23日間で8.1%、「福地」で13.1%も増加した(表8)。

収穫時期と着色球発生との関係では明らかに収穫期が遅いほど着色球が増加した。

また、灌水等の処理間の着色指数は収穫時期により多少の違いはあったが、いずれの品種でも保温+少灌水区の指数が高く、次いで少灌水区、露地区などであった。

これらのことから着色球は収穫期が遅れ、熟期が進むほど発生が多く、さらに熟期を促進させる土壤の乾燥、高温条件で一層多発することが判明した(表9)。

成熟期の判定は外観的には収穫時の茎葉の枯葉程度、りん片糖度の高低などで判別されるが、収穫時の残葉数と着色指数との相関係数が-0.9、りん片糖度との間に

0.8前後の高い相関が認められた(図1、図2)。

なお、着色球発生の品種間差も顕著で、本県の主要品種である「福地」に比べ、晩生種「八幡平」に多発する傾向がみられた。

表8 収穫時期と糖度の推移

試験区	時期別	6月17日	6月28日	7月10日
		%	%	%
八幡平	多灌水	29.0	29.0	34.1
	少灌水	28.8	34.8	39.0
	保温+多灌水	28.5	31.9	33.1
	保温+少灌水	31.3	32.2	38.2
	露地	29.1	31.9	37.2
福地	多灌水	29.0	30.8	35.3
	少灌水	30.1	35.1	36.5
	保温+多灌水	27.9	31.1	35.6
	保温+少灌水	30.7	32.0	38.6
露地	26.7	31.9	39.8	

表9 収穫時期と着色指数

試験区	収穫時期					
	6月17日	6月24日	7月3日	7月10日	7月17日	
八幡平	多灌水	0	0	0.08	0.18	0.87
	少灌水	0	0	0.23	0.42	1.00
	保温+多灌水	0	0.02	0.18	0.50	0.90
	保温+少灌水	0	0	0.19	0.72	1.00
	露地	0	0.07	0.23	0.60	0.90
福地	多灌水	0	0.01	0.33	0.27	0.60
	少灌水	0	0.06	0.53	0.72	0.80
	保温+多灌水	0	0.08	0.30	0.30	0.78
	保温+少灌水	0	0.02	0.65	1.00	0.92
露地	0	0.03	0.47	0.47	0.60	

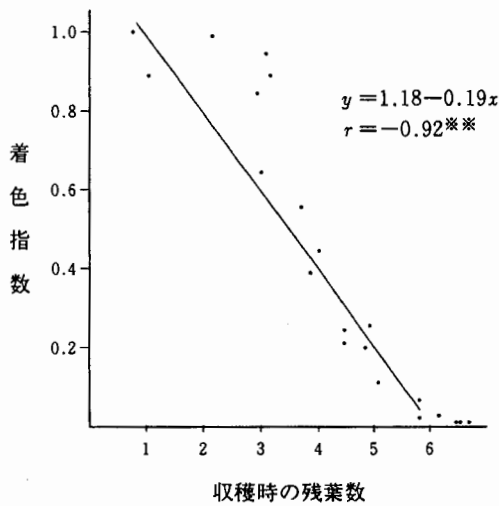


図1 収穫時の残葉数と着色指数の相関(八幡平)

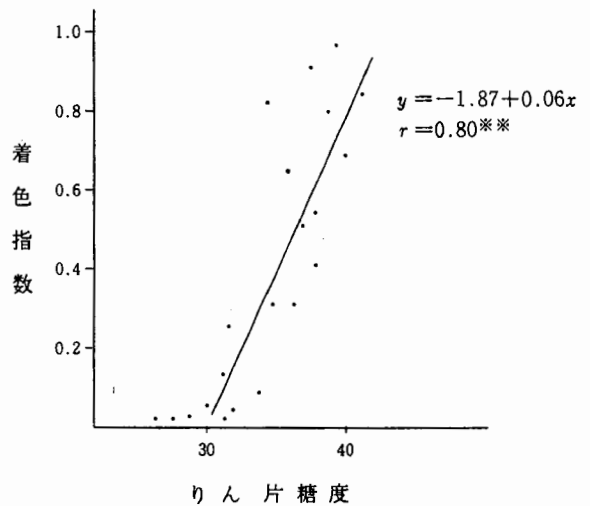


図2 りん片糖度と着色指数の相関(八幡平)

V 考 察

ニンニクのりん片の保護葉色は品種により白色から茶褐色のものまで種々あるが、市場性の高いニンニクは白色で、しかもりん片数が比較的少なく、側球の大きいものである。

ここで問題としている着色ニンニクは品種本来のりん片色のことではなく、収穫期にりん片の保護葉を中心に側球を覆っている外皮に赤紫色の色素が現われる現象のことで、特に収穫後すぐ出荷する早出しニンニクで問題となっている。

この色素はアントシアンのシアニジン系色素によるものと推定された。なお、このアントシアニンの種類については分別しなかった。

今回の調査結果からニンニクを時期別に収穫すると側球肥大期まではいずれの品種でもりん片保護葉に着色はみられず白色を呈しているが、成熟が進むにつれ色素が発現してくる。ニンニクの成熟がさらに促進される条件例えば側球肥大期以降の高温、乾燥条件などでより着色球が多発することが判明した。収穫後の観察によると自然乾燥下ではさらに2～3週間は保護葉の着色が促進され、その後次第に退色してくることが認められた²⁾。この際、収穫時の保護葉の着色程度が大きいほど退色後の白色の程度が劣った。

このことは品種本来の保護葉色と考えられていたものが、栽培条件によっては多少変り得るということでありまた、りん片糖度と着色球発現に強い相関がみられたことから³⁾、保護葉色の品種間差は糖度も含め色素に関連する何らかの成分の品種間差が大きく関与しているものと思われる。これらについてはさらに検討される必要がある。

ろう。

一方、軽減対策としては、色素の発現がニンニクの成熟度合と深い関連があるため、成熟を促進する要因を排除してやることである。その最も重要なことは収穫適期を正確につかむことである。

収穫期の判定は従来から茎葉の枯葉程度で判断しているが、今回の調査から枯葉程度と着色球発生との間に高い相関がみられたため、この方法による判定でよいものと思われる。

また、着色ニンニクは側球の肥大期に高温、乾燥が続き、乾燥しやすい砂質土で発生しやすい。このため品種、ほ場の選定に留意し、場合によっては灌水を行うなどの手段も有効な対策であると思われる。

VI 摘 要

ニンニクの生育後期から収穫、乾燥期の前半にかけて、りん片保護葉中心に外皮が赤紫色に着色する、いわゆる着色ニンニクの発生原因について検討した。

1. 着色原因となる色素は吸光度曲線から判断し、アントシアンのシアニジン系色素によるものと推定された。
2. 着色ニンニクの発生と土壤水分、温度との関係について検討した結果、側球肥大期の土壤水分が少なくしかも高温条件下で着色球が多発した。品種間では、「八幡平」にやや多かった。
3. りん片の糖度は収穫期が遅いほど、また、土壤水分が少ないほど高くなる。糖度と着色球の発生程度には高い相関が認められ、収穫期が遅いほど多発した。
4. 着色球発生はニンニクの成熟程度と関連が深い。軽減対策としては適期収穫の励行と品種、ほ場の選定に留意する。

また、乾燥年には側球肥大効果も含め灌水の効果が
高いことが認められた。

引用文献

- 1) 下郡山正巳 植物色素の類別とその特性. 林孝三編
植物色素 養賢堂 12~55.
- 2) 阿部隆・伊藤明治・高橋慶一 (1980) ニンニクの着
色についての知見 (予報) 園学東北支部要旨.
- 3) 阿部隆・吉池貞蔵・武藤和夫 (1983) 着色ニンニク
の発生原因について. 園学東北支部要旨.