

イチゴの促成作型確立に関する研究

第1報 花芽分化期前後の葉柄中の硝酸態窒素濃度が 花成並びに収量に及ぼす影響^{*}

川里 宏・中枝 健

I 緒 言

最近のイチゴ栽培は作型の組合せによって栽培面積を増加させるとともに、出荷期間の拡大と労力分散がはかられている。このような状況下でダナーや宝交早生の促成栽培が増加しつつあるが、これらの品種は従来の促成用品種である福羽、紅鶴などと異なり花芽分化が比較的小さいので、花成促進技術が改めて問題になってきている。

すでにイチゴの花芽の分化と発育については、多くの研究がありその成果としてシャ光、短日処理、断根あるいは高冷地育苗などの技術が実用化されている。しかしながら、花成に及ぼす養分、とくに窒素の影響については早くから指摘され、^{1,3,4,11,19,20,24)} 穂肥あるいは秋肥の重要性が^{6,7,10,21)} 認められているにもかかわらず、花芽分化期前後の窒素施肥に関する研究は少なく、育苗管理上の問題を残している。一般に野菜類の葉柄柔組織は硝酸態窒素（以下 $\text{NO}_3\text{-N}$ と略記）の貯蔵場所と考えられ、多くの場合体内窒素濃度と高い相関があることが知られている。^{8,9,17)}

この点から秋期のイチゴ葉柄中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度を測定することにより、花成、生育、収量に及ぼす窒素の影響を検討し、この時期における体内窒素濃度調節の重要性を確認すると共に、栽培上好ましいと考えられる時期別の葉柄中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度を考察したので報告する。

II 材料及び方法

1. 硝酸態窒素の測定条件に関する 2, 3 の調査

イチゴ葉柄中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の測定例は少な

いので測定上問題となる 2, 3 の点について調査を行った。供試品種はダナーで、調査は1976年8月から11月にかけて行った。

$\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の測定は成熟葉の葉柄中央部を細切混合し生体 3 g を磨碎、2%酢酸液で浸出後フェノール硫酸法⁸⁾で行ない生体中の含有率で示した。全窒素については試料を風乾後テクニコン社のオートアナライザーで測定した。

葉柄中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度と葉身及び葉柄中の全窒素濃度との関係については「花芽分化期における窒素の影響試験」の試験区より10月7日に各区20株から各1葉をとり分析した。

葉令と $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の関係については育苗中の苗を用い10月2日に10株より各1葉をとり調査した。葉令は外観上より第2表に示す5段階に分けた。

日照の影響を知るため11月9日から13日まで黒寒冷しゃ（600番）2枚で約100株を対象に苗床をトンネル状に被ふくし、被ふく当日、2日目、4日目に10株より各1葉の成熟葉をとり調査を行った。 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の日変化については10月7日（晴天日）に日中4回にわたり10株より各1葉の成熟葉をとり調査に供した。

2. 花芽分化期前後における窒素の影響

1976年7月中旬に採苗したダナーをa当たりリン硝安カリ 6.3kg（株あたり窒素0.45、リン酸0.34、カリ0.49g）を施肥して標準的に育苗し8月19日に定植した。定植は幅1.0mの平床に20×25cmの間隔に行い、11月1日から保温を開始し夜温は10℃を維持した。基肥として株当たりリン硝安カリ 4g（窒素0.64、リン酸0.4、カリ0.56g）を施肥した。

* 本報告の要旨は園芸学会春季大会（1977年4月3日）において発表した。

第1表 試験区の処理内容

区	処理を行なった月・日						
	8.30	9.10	9.20	9.29	10.18	10.27	11.5
1		×				◎	
2			×			◎	
3				×			
4				×	●		○
5							
6	◎	○		◎	◎	○	◎

注. 追肥, ○:0.16, ◎:0.32, ●:0.64gの窒素/株 断根, ×

試験区は第1表に示すとおり追肥, 断根などの処理が異なる6区とした. 第1, 2区は断根時期が異なる区, 第3, 4区は断根後の追肥量が異なる区, 第5区は無追肥, 第6区は追肥回数の多い区であり, 1区あたり株数は48株で花芽調査用に16株, 生育調査には10株, 収量調査には20株をあてた.

追肥にはリン硝安カリを所定量表面散布し肥効を早めるため追肥後かん水を行った.

断根は移植ごとで株を掘り上げ軽く土を落としてから再び植えつけることにより行った.

葉柄中の NO₃-N 濃度の測定は葉令の等しいと思われる成熟葉を10株から各1葉採り, 前項と同様に分析した. 採葉は雨天を除きほぼ7~10日おきに行ないすみやかに分析した.

土壌電気伝導度は1:5浸出法で測定し, 収量は4g以上の可販果について3月末日まで調査した.

III 結 果

1. 硝酸態窒素の測定条件に関する2, 3の調査

葉柄中の NO₃-N 濃度と葉柄ならびに葉身中の全窒素濃度との間には第1図のとおり相関が認められた.

葉令と NO₃-N 濃度については第2表のとおり, 展開直後の葉は低く老熟葉まで葉令のすす

第2表 葉令と葉柄中の NO₃-N 濃度

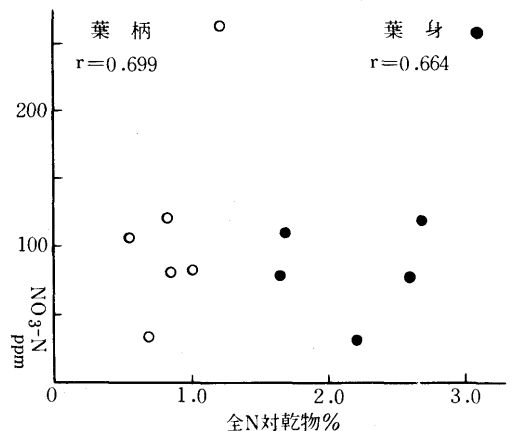
葉 令	濃 度 ppm
未展開葉	18
展開直後	110
若い展開葉	231
成熟葉	228
老熟葉	268

第3表 日照と葉柄中の NO₃-N 濃度

調 査 日	濃 度 ppm	
	し ゃ 光	無し ゃ 光
11 月 9 日	105	100
11 日	75	98
13 日	82	112

第4表 NO₃-N 濃度の日変化

時 刻	濃 度 ppm
8時45分	80
11. 00	78
13. 00	78
16. 00	80



第1図 葉柄中NO₃-N濃度と全窒素の関係

むほど上昇したが、若い展開葉と成熟葉の間の濃度差は少なかった。

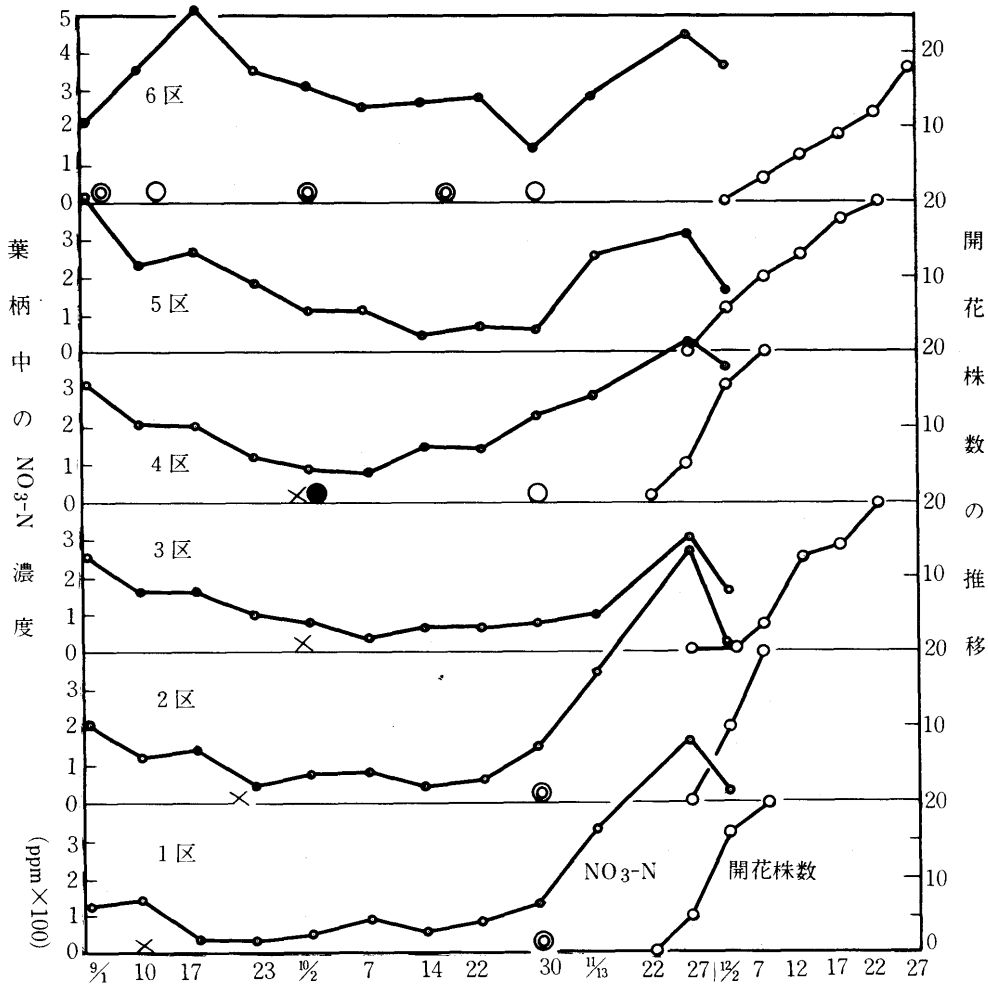
日照の影響は第3表のとおり、しゃ光区はしゃ光開始当日を除き無しゃ光区より低い値を示した。日変化については第4表のとおりで、日中の時刻によるNO₃-N濃度の変化は認められなかった。

2. 花芽分化期前後における窒素の影響

1) 葉柄中の硝酸態窒素濃度の経過

NO₃-N濃度は9月1日(追肥, 断根前の測定開始時)に各区一定でなく、多少の高低が認められたが、その後は各区とも10月まで漸減し保温開始後は再び濃度が高くなる傾向を示した。(第2図)

断根系列の1~3区は、断根により50ppm前後まで低下した。しかし断根と同時に追肥され



第2図 葉柄中のNO₃-N濃度の経過と開花状況

注 X:断根 ○●●は追肥(第1表参照)

た4区は断根後も100ppmをやや下まわる濃度で経過した。

無追肥の5区は保温開始期まで漸減し、一時的に50ppmまで低下した。

土壌電気伝導度は第5表のとおりで9月4日、20日の調査では6区を除き同様の値であり葉柄中NO₃-N濃度との関連は少なかったが、10月13日以降の調査では関連が認められた。しかし保温開始後は電気伝導度が低い場合でもNO₃-N濃度は高い値を示した。

2) 生育

生育については葉の大きさと地上部重量を第6表に示した。生育は10月7日では1, 2区、22日では1, 2, 3, 5区が劣っており、これらの区はこの時期までのNO₃-N濃度が比較的低かった。断根は早く行なうほど生育に対する影響が大であったが断根と同時に追肥された4区の断根後の生育は良好であった。6区はもともと生育がおう盛であった。

3) 花芽の分化発育

花芽調査は10月7日と22日に行ない結果を第7表に示した。7日には断根区(1, 2, 3区)で分化期に達している個体が多く認められた。

断根時期についてはわずかに影響が認められ、

第5表 土壌電気伝導度の経過

区	月・日 mmho/cm			
	9.4	9.20	10.13	11.27
1	0.04	0.06	0.04	0.09
2	0.04	0.05	0.05	0.23
3	0.05	0.04	0.04	0.03
4	0.04	0.04	0.55	0.07
5	0.05	0.05	0.04	0.03
6	0.10	0.14	0.29	0.25

第6表 試験区の生育

区	地上部重g/株		葉の大きさcm	
	10.7	10.22	10.7	10.22
1	20	23	66	49
2	25	20	82	38
3	29	28	99	60
4	31	35	97	78
5	31	30	89	62
6	36	41	101	85

注. 葉の大きさ, たて×よこcm

第7表 花芽分化, 発育と開花状況

区	花芽分化・発育		頂花房		第1次 えき花房数
	10.7	10.22	開花日月・日	着花数	
1	○ ○ ○ ▲ × × × ×	● ● ● ● ○ ○ ○ ○	11.30±3.4	13.8	1.7
2	○ ○ ▲ △ × × × ×	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	12.3 ±2.3	10.7	1.8
3	▲ ▲ ▲ × × × × ×	○ ○ ○ ○ ○ ○ ▲ ×	12.14±6.1	11.5	1.8
4	× × × × × × × ×	● ● ● ● ○ ○ ○ ○ ▲	11.29±3.0	18.1	1.6
5	▲ × × × × × × ×	○ ○ ○ ○ ○ ▲ × ×	12.8 ±6.8	20.3	1.3
6	△ × × × × × × ×	○ ○ ○ ▲ ▲ ▲ ▲ ×	12.16±7.3	18.3	0.9

注. ×:未分化 △:肥厚 ▲:分化一がく初生 ○:がく形成 ●:雄ずい形成 ●:雌ずい初生
えき花房数は株あたり

断根の早い区ほど花芽分化が早くその後の花芽の発育が早い傾向であった。断根と追肥を併用した4区は分化期が1～3区よりおそかったが、22日の調査では花芽はかなり進んだ状態であった。無断根、無追肥の5区は6区と同様に分化と発育が他区よりおくれしていた。

このように $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の低い区の花芽分化が早かったが、このような区が必ずしもその後の花芽発育が早いとは限らなかった。

4) 開花ならびに収量

頂花房の開花日と開花消長は第7表、第2図に示すとおり、かなりの差異が認められた。平均開花日は4区が11月29日でもっとも早く、6区は12月16日でもっともおそかった。4区を除き断根された1～3区について開花は断根の早かった1区が早かった。

開花始めから開花揃い(全株開花)までの日数は1, 2, 4区が少なく、3, 5, 6区が多かった。3区を除き断根された区の日数が短い傾向であった。

頂花房の着花数は比較的生育の良好であった4, 5, 6区が多く、1～3区が少なかった。

着花数と開花の早晚の間には関連が認められなかった。

3月末日までに収穫されたえき花房数は1～4区が多く、5, 6区が少なかった。頂花房着花数の多い区はえき花房が少ない傾向にあった。

収量は株あたり 200 g 前後であり各区間に大差はなかった。しかし1月末日までの初期収量は1, 4区次いで5, 2区が多く、3, 6区がもっとも少なかった。初期収量の少なかった区はいずれも開花のおそい区であった。

初期ならびに総収量とも多収の区は4, 5区であった。(第8表)

果実の形状についてたてみぞの少ないへん平果実と深いたてみぞを有する果実(果当たりのたてみぞ数で示した)について調査した結果は第8表のとおりである。頂花房第1花では2区にへん平果が多くたてみぞは5区にやや多かったが、えき花房第1花においては1区にへん平果が多く、たてみぞは2, 3区を除き全体にやや多かった。

IV 考 察

葉柄中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度測定上の問題について検討したが、多くの作物で明らかにされているようにイチゴにおいても体内(葉身、葉柄)窒素濃度と葉柄中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は相関を示し、体内窒素濃度を示すものとして $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度を測定しても実用的には差しつかえないものと考察された。

測定時の条件としては濃度が安定している成熟葉(若い展開葉と硬化した老熟葉の中間の葉令)が適当であり、濃度の日変化は認められな

第8表 収量と果実の形状

区	収 量			果 実 の 形 状			
	可販果重g/株		可販果数 個/株	頂 花 房		え き 花 房	
	1 月	3月まで		へん平果率%	たてみぞ数	へん平果率%	たてみぞ数
1	37	185	17.0	16	2.2	17	4.9
2	23	194	16.2	35	1.3	0	3.3
3	6	173	16.5	0	2.2	0	2.9
4	40	203	19.3	0	2.5	0	5.1
5	29	234	20.7	0	3.5	0	4.8
6	10	192	17.6	0	2.6	0	5.0

かったが¹⁷⁾、しゃ光の影響はわずかに認められるので¹²⁾、採葉は晴天日に行なうことが望ましいと考えられた。

この結果から「窒素の影響試験」については晴天日に成熟葉を調査することで実施した。

第2図のとおり葉柄中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は6区を除き断根の有無にかかわらず9月上旬より次第に低下したが、保温開始後はいずれの区でも濃度の上昇が認められた。これらの結果から $\text{NO}_3\text{-N}$ の吸収は温度の影響を受け易いものと考えられた。また環境条件が変化する時期においては土壌電気伝導度から葉柄中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度を推定することはやや問題であり、温度条件との関係においてさらに検討を要するものと考えられた。

すでに花芽分化期を中心に分化前の窒素供給は分化をおくらせ、分化後は反対に発育を早めることは多くの報告で明らかにされているが^{1, 4, 13, 20, 24)}、本試験においてもこの事実が確認された。

分化期の早かった区はいずれも9月の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が低く、分化がおくれた区は9月の濃度が高い区であった。

一方、4区が分化期はおくれたものの花芽発育と開花が早かったのは、9月29日の追肥によって分化後の窒素供給が十分であったためであり、また断根によって分化が促進された3区でかえって開花がおくれたのは分化後無追肥で窒素供給が不十分であったためと考えられ、分化後の窒素供給の重要性を示している。^{4, 11, 20, 23)}

分化前の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度がもっとも高かった6区でも10月22日にはほとんどの個体で分化期に達しており、濃度が分化期におよぼす影響の幅は10日間位のものと考えられる。¹¹⁾ このように花芽分化に対する温度、日長条件が限界にある時期では窒素濃度の低い苗が早く分化し、温度、日長が分化に十分な状態になれば高窒素濃度の苗でもさほどおくれずに花芽分化を起すものと考えられる。

さらに具体的に $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度について検討すると花芽分化期におよぼす濃度の影響は1～3区と4区の比較により明らかである。すなわち、9月から10月上旬までの濃度は1～3区が200～40ppmで経過しているのに対し、4区は300～90ppmでありこの期間のうちどの時期の濃度がもっとも影響しているかは不明であるが、この程度の濃度差が影響して花芽分化期に差を生じたものと考えられる。一方、分化後(10月中旬～下旬)の濃度については花芽発育と開花の早かった4区の140～230ppmに対し、分化は早かったが開花のおくれた2, 3区は50～140ppmでありおよそ100ppmの差が開花期に明らかな差を与えた。しかし時期別の最適 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度については、さらに厳密な試験にまたねばならない。

着花数についてはえき花房まで含めれば大苗ほど多く、窒素施肥→大苗→多着花の関係が認められている。⁵⁾ 生育おう盛なウイルスフリー苗の着花数減少¹⁶⁾、二期なりイチゴの多窒素による花数減²²⁾、分化前の多湿処理による花数減¹⁴⁾などの報告はいずれも多窒素吸収による花芽分化遅延に起因するものであろう。

本試験での頂花房着花数は4, 5, 6区に多く、1～3区に少ない傾向であり既往の報告^{2, 5)}と同じく株の生育状態を反映したのと考えられる。このように分化前の窒素供給が多いことは分化期をおくらせるが、株の生育を盛んにして花芽数の確保上有利に影響し花芽発育期においては花芽数を増加させ、江口²⁾がすでに苗の栄養状態は花成における量的面に働いているとのべていることを確認した。

第1次えき花房は頂花房の花数の少ない2, 3区で多く発生しているのに対し、頂花房の花数の多い5, 6区で少なく対象的であった。えき花房の発生に関しては考察に足るデータが無いが着花数において頂花房とえき花房の間には補完的關係があると考えられた。

花芽分化前の断根の影響は $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の低下を通じて表われ、生育にはマイナス、花芽分化にはプラスとなっている。断根区において3区を除き開花日のばらつきが少なかったのは、断根により各個体の濃度低下がいつせいに行われ、分化がそろったためと考えられる。

断根時期は早いほど花芽分化を早める傾向があったが、低濃度で経過した3区については断根は不要でむしろ追肥が必要であったと考えられる。当然の事であるが断根時期及び程度については苗の栄養状態、花芽分化期、追肥の有無更に実用的には定植日の早晚などとの関連で決定されるべきであろう。

本試験で花芽分化期は1～3区で10月10日ごろであり効果的な断根時期は9月下旬～10月上旬と推定され、横溝²⁴⁾が示したとおり花芽分化のために少肥であらねばならぬ時期はあまり長期ではないと考えられ、大林¹⁵⁾らの結果とは異なった。

早期収量は開花の早かった1、4区で多く、おそかった3、6区で少なく開花日の遅速と一致し、必ずしも初期の花芽発育の早い区が早期多収とは限らなかった。3月末日までの総収量は株あたり200g前後で著しい差はなかったが、5、4、2、6区がやや多く、5、6区は頂花房花数に負うところが大きであったと考えられる。

果数は前述のとおり、頂、えき花房の補完作用により各区ほぼ同数であった。

果形についても濃度の影響が認められるようであり、全体的に $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の高かった区にたてみぞの多い果実が多かった。しかしへん平果は濃度の低い区に発生する傾向を示したが、濃度との関係は明らかでなかった。いわゆる乱形果の発生については花芽分化期の栄養条件¹⁸⁾断根の影響¹⁵⁾などの要因があげられているが、いまだ不明確な点が多く $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度との関係も今後の検討課題であろう。

以上、葉柄中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の影響を検討し

たが、早期、総収量ともに多収であった4、5区の濃度経過が一応指標になるものと考えられる。

両区の結果から適正と考えられる時期別の濃度を推定すると9月上中旬200～300、9月下旬～10月上旬100、10月中下旬100～200、保温開始初期200～400ppmとなる。

今後更に分化前後における濃度と期間、果形への影響、短日処理との関係などを検討し、具体的施肥プログラムを作成する必要があるが、一応上記の数値は現地での診断上の資料として利用出来ると考えられる。

V 摘 要

1. 秋期におけるイチゴ葉柄中の硝酸態窒素濃度と花芽の分化発育、開花並びに収量に及ぼす影響についてダナーを供試し促成作型で検討した。

2. イチゴ葉柄中の硝酸態窒素濃度は体内全窒素濃度と関連し、その測定に当っては成熟葉を晴天日に採葉すればよいと考えられた。

3. 花芽分化前は硝酸態窒素濃度が高いと分化がおくれ、分化後は高濃度で花芽の発育が促進され、頂花房花数も多くなった。

4. 初期並びに総収量は9月の硝酸態窒素濃度が比較的低く、分化後の濃度上昇が早い区で多かった。

5. 果形については濃度が高く経過した区でたてみぞの多い果実が多くなる傾向であった。

6. 初期並びに総収量を多くするための葉柄中硝酸態窒素濃度は9月上中旬200～300、9月下旬～10月上旬100前後、10月中下旬100～200、保温開始初期200～400ppmであると推察された。

本試験の実施にあたりご援助をいただいた栃木分場ビール麦育種部及び本場土壌肥料部の各位、ならびにとりまとめにあたりご指導賜わっ

た中野政行 壤肥料部長, 大和田常晴野菜特作部長に謝意を表します。

引用文献

1. Arney, S. E. (1956) *Phyton* 7:89-102. (J. Hort. Sci. 43:409-419, Way, D. W. による)
2. 江口庸雄 (1935) 園学雑 6 (1) : 84-104.
3. ———・金沢幸三・香川彰・芦沢正和・大鹿保治・松村正 (1958) 農技研報 E 7 : 167-247.
4. 藤本幸平・木村雅行 (1970) 園学研発要 (昭45春) P P. 174-175.
5. 晝田栄・千石正乃夫・柴崎臣 (1941) 園学雑12 (3) : 210-222.
6. 岩田正利・小崎格 (1969) 園学雑38(1) : 23-28.
7. 香川彰 (1956) 農及園31 (12) : 73-76.
8. 景山美葵陽・石原正道・巽穂・西村周一 (1961) 農技研報 E 9 : 161-183.
9. ———・青木正孝 (1971) 園試報 B11 : 85-100 .
10. Long, J. H. and Murneek, A. E. (1937) *Univ. of Missouri Agr. Exp. Sta. Res. Bull.* 252, P 52 (農及園13 : 2549-2550. 杉山直儀抄録による)
11. Long, J. H. (1939) *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 37:553-556.
12. 宮崎正則・国里進三 (1975) 園学雑44 (2) : 204-210.
13. 永松栄子・下原孫一・岩本保典 (1976) 園学研発要 (昭51春) P. 480.
14. Naumann, W. D. (1964) *Gartenbauwissenschaften*, 29:21-30. (*Hor. Abst Vol* 34:671. による)
15. 大林直敏・木村雅行・藤本幸平 (1970) 園学研発要 (昭45秋) P P. 142-143.
16. Rogers, W. S. and Fromow, M. G. (1958) *Rep. E. Malling Res. Stn. for* 1957:50-56.
17. 杉山直儀・高橋和彦 (1958) 園学雑27 (3) : 161-170.
18. 鈴木当治・篠原捨喜・塚本由雄 (1962) 静岡農試研報 7 : 23-29.
19. 棚田一治・木村雅行・内藤潔 (1975) 園学研発要 (昭50春) P P. 192-193.
20. 田中康隆・水田昌宏 (1976) 奈良農試研報 7 : 31-37.
21. Taylor, R. W. (1932) *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 29:313-317.
22. Way, D. W., and G. C. White (1968) *J. Hort. Sci.* 43:409-419
23. 山崎肯哉 (1960) 蔬菜の肥培 P.185. 地球出版 K K. 東京.
24. 横溝剛 (1958) 神奈川農試園芸分場研報 6 : 41-48.