

イチゴの花成誘導期における施肥の影響

前川寛之・峯岸正好

Effect of Fertilizer during Floral Induction in Strawberries

Hiroyuki MAEGAWA and Masayoshi MINEGISHI

Summary

Two major varieties (*Fragaria* × *ananassa* Duch. cv 'Nyoho' and 'Toyonoka') were studied under forcing culture to clarify the effect of applying fertilizer during the floral induction on some yield components. Slowly available type of fertilizer, having nitrogen of about 0.8mg/day per 100mg of total nitrogen, was applied to the plants containing little nitrate nitrogen at the start of the short day treatment with chilling during the dark period as floral induction treatment.

With the use of fertilizer, flower buds developed faster without delaying differentiation of the buds, causing the anthesis earlier, than without the use of fertilizer. Newly expanded leaves enlarged as fertilizer level increased. The effect was observed on the leaf which expanded 2 months after the treatment. Berry weight was correlated with total number of achenes per berry in both varieties. Berry weight and achene number of the primary berry on the first cluster improved in accordance with the fertilizer level.

Key words: berry weight, achene number, achene density, anthesis

緒 言

近年、奈良県では、単価の高い11月販売を狙って短日夜冷処理（以下、夜冷処理という）や暗黒低温処理など冷凍機を利用した花成誘導技術によるイチゴの促成11月どり作型が普及してきた。しかし、本作型の11月収穫果実は、これまでの促成作型での12月中旬収穫の頂花房果実に比べ著しく小さいため、生食用としての商品性が劣るとともに作期前進による収量増加程度も余り大きくない。

イチゴの果実の大きさ（果重）は果実肥大期の温度経過と関係があり、高温期である秋期および春期には、低温期である冬期に比べ果実の成熟・着色が早いいため小果になることが知られている⁸⁾。

Abbottら¹⁾は、一果実重はそう果数とそう果密度の関数で表され、そう果数が多くそう果密度の小さい果実は大きい（重い）としている。さらに、そう果密度は果実肥大期の株の栄養状態や栽培環境の影響を受け、そう

果数は花芽分化・発達過程で決定されると考えている。イチゴのそう果は雌ずい基部の子房が発達したものであるため、その数は各花の分化過程のうち雌ずい形成期までに決定されていることが容易に推定される。換言すれば、その果実の大きさの最大可能限度¹⁾がこの時期までに決定されると言える。イネでは、古くより収量構成要素の概念に基づいた研究が多くなされており、各要素の決定時期やその時期の窒素供給量により、それぞれの要素のcapacityが大きく左右されることがわかっている²⁾。イチゴでは窒素供給量との関係では、株の生育および収量¹³⁾や花芽分化時期^{5,7,12,15,16)}、開花期¹⁴⁾、花数³⁻⁵⁾についての報告はあるが、そう果数と窒素供給量との関係は明らかにされていない。

川島⁶⁾により実用化された炭酸ガス施用技術の導入により、果実肥大期の物質生産量の増加にともなう果重の増加が認められるが、現行の施用体系では果実肥大に効果が現れるのは12月中旬以降である。また、果実肥大期の物質生産量を高めることができて、そう果数によ

り決定づけられている果実の最大可能限度以上には大きくならないことも明かである。花芽分化過程において花芽分化開始までは窒素栄養は花芽分化を遅延させるが、分化後の発達過程では促進的に作用することが知られており^{3,16)}、この時期の窒素供給によりそう果数を増加させ得ると予想される。

そこで筆者らは、イチゴの果実を大きくし生食用としての商品性を高めることを目的に1989年度の促成11月どり作型において、花芽分化期である夜冷処理期間中に窒素供給と2、3の収量構成要素との関係および花芽の分化および発達に及ぼす影響を調査したので、ここに報告する。

材料および方法

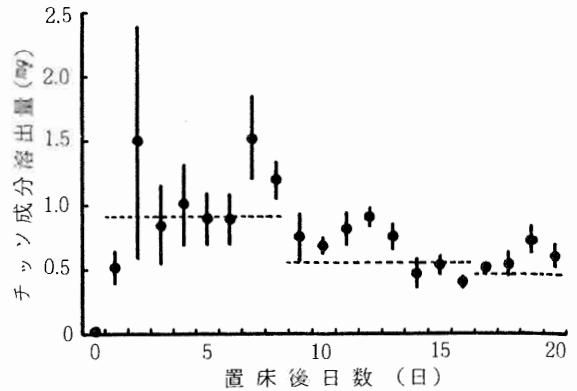
本実験は奈良県農業試験場において実施した。

育苗 “女峰”および“とよのか”を供試品種とした。苗は6月1日に展開本葉1~2枚のランナー子苗を直径12cmのポリ鉢に受け、6月中旬にランナーを親株から切り離した後、緩効性肥料(肥効約1ヶ月、10-10-10)で株当たりN成分約100mgを施用し、実験を開始する8月1日まで育苗した。鉢土はメトロミックス350(米国Grace社)を鉢当たり約800ml用いた。両品種とも育苗終了時点の苗の展開第3葉葉柄汁液中の硝酸態窒素濃度はジフェニルアミン比色法¹²⁾で20~60ppmであり、クラウン径はほぼ10mmであった。

短日夜冷処理 8月1日に鉢土を落とした苗を、ピートモス:パーミキュライトの1:1混合培土で育苗用バットに5×7cm間隔で仮植し、活着後、夜間12℃、8時間日長で8月4日から8月28日まで夜冷処理に供した。

短日夜冷処理中の施肥処理 夜冷処理中の施肥処理には、緩効性被覆肥料(100日タイプ、14-12-14)を用い、夜冷処理開始時にN成分で株当たり0, 50および100mgとなるよう育苗バットごとに培地表面に施用した。処理期間中は毎日出庫後午前中にかん水した。なお、使用した緩効性被覆肥料の夜冷処理期間中の肥効を調べるため、砂の表面に置いた肥料に夜冷処理中の株当たりかん水量に相当する20mlのかん水を行い、砂に溶出した全窒素量を蒸気蒸留法で測定したところ、第1図の様な変化を示した。

一般管理 各区84株を処理し本圃定植に60株、残りを花芽検鏡に使用した。処理終了後、苗の培土を軽く振り落としした後、直ちに株間25cm、株間18cm、畦幅110cmの栽植密度で本圃に定植した。本圃の肥料は10a当りN、P₂O₅、K₂Oを元肥としてそれぞれ15kg施用し、1月中



第1図 緩効性被覆肥料(100日タイプ、14-12-14)の短日夜冷条件下の1日毎の窒素成分溶出量の変化
夜間12℃、8時間日長、かん水量20ml/日、施用全チッソ量100mg
点線は一定期間溶出させた量からの計算値
各点は4反覆の平均値±SE

Fig.1. Change of the amount of eluted nitrogen from 100mg of total nitrogen using the slowly available type of fertilizer under the short day treatment with chilling during the dark period.

旬から液肥(12-5-7)でN成分5kgを数回に分けて追肥した。マルチングは10月4日に、ビニル被覆によるハウス保温は10月11日から、二重被覆用カーテン内張りは11月9日にそれぞれ行った。なお、11月18日までは自動換気の設定温度は25℃としたが、11月18日から川島⁶⁾の方法で炭酸ガス施用を行い自動換気の設定温度を28℃とし、夜間は無加温条件下とした。

調査 葉色はSPAD-501(ミノルタ)を用い各葉位の中央小葉を測定した。成熟日数の測定はほぼ2週間おきに開花当日の花に開花日を記入したラベルを付けその果実の収穫日までの日数を調査した。果実形質の調査は、頂花房の第1果について行った。果重は収穫直後に果実毎の重さを測定し、そう果密度は果実中央表面の1.5cm²の円形内にあるそう果を果実の表裏2面について計数し、その平均値から単位面積当たりのそう果数を求めた。果実当たりのそう果数は不稔種子も含めて各果実について計数した。花房毎の開花数は各花房内の開花がすべて完了した時点で計数した。収量は女峰のみについて2~3日おきに区毎に一括して果数と果重を測定した。

結果および考察

花芽分化および開花について

第1表 花成誘導時の施肥量と花芽分化の関係

Table 1. Effect of fertilizer application during floral induction on flower bud initiation and development.

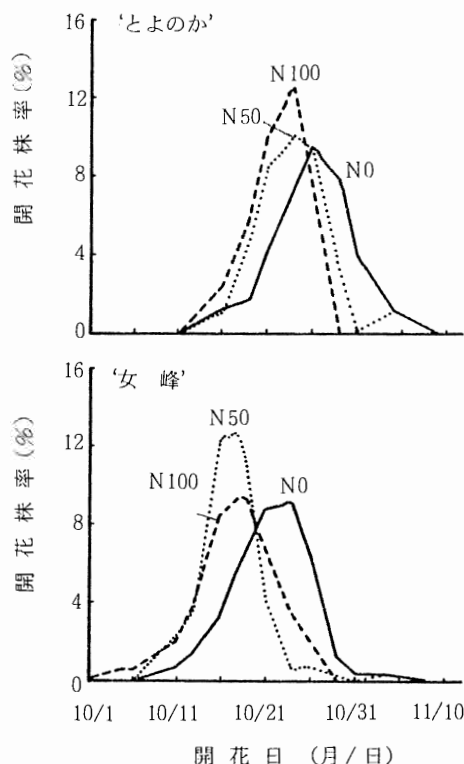
品種	施肥量	花芽分化指数 ^a		未展出葉数 26日目
		20日目	26日目	
女峰 (mg/株)	N0	1.5 ^a ^y	2.1 ^b	3.8 ^a
	N50	2.0 ^a	3.8 ^a	3.6 ^a ^b
	N100	2.0 ^a	3.6 ^a	2.8 ^b
とよのか	N0	1.0 ^a	0.8 ^a	5.2 ^a
	N50	0.3 ^a	1.0 ^a	4.6 ^a
	N100	0.7 ^a	0.6 ^a	3.8 ^b

z: 花芽分化程度に階級値 (0: 未分化, 1: 肥厚期, 2: 二期, 3: 花房形成期, 4: ガク片・雄ずい形成期, 5: 花卉・雌ずい形成期) を与え平均を求めた。

y: 同一品種・カラム内のダンカン多重検定(p=0.05)

夜冷処理開始20日目および26日目の花芽分化程度および未展出葉数を第1表に示す。

“女峰”の花芽は、処理開始20日目には施肥量に関係なく肥厚期～二期で分化を開始していた。施肥により処理開始26日目にはガク片・雄ずい形成期近くまで花芽が発達していたが、N0mg区では二期の状態であった。一方、とよのかではいずれの施肥量でも処理開始20日から花芽分化が認められたが、26日目でもほぼ肥厚期の状態で、“女峰”に比べ花芽の発達が若干遅い傾向にあり、森下ら⁹⁾の結果と異なった。未展出葉数は両品種とも施肥量が多いほど減少しており、施肥により生育速度が早くなることが認められた。開花時期は両品種とも施肥により5～7日早くなる傾向にあった(第2図)。これらのことは本実験の施肥法および施肥量の範囲ではイチゴの花成誘導の早晚には影響していないことを示している。山川ら¹⁵⁾はイチゴ実生苗を用い夜冷処理中の施肥の影響を調べ、施肥により花芽分化は遅れるとしており本実験の結果と異なる。山川らの実験では、夜冷処理中の施肥はN成分15%の化成肥料を株当たり数グラム施用していることや、窒素制限処理を行っていないため処理に用いた苗の窒素レベルが高かったと推定される。これに対し、本実験では、夜冷処理中の施肥量は株当たりN成分で100mgまでで、その肥効は緩効性であり、しかも窒素制限処理により苗の窒素レベルは低かった。これらの要因が異なる結果をもたらしたと考えられる。“女峰”に



第2図 花成誘導時の施肥量と頂花房第1花の開花パターンとの関係
開花株率は5日毎の移動平均により算出した。

Fig. 2. Effect of fertilizer application during floral induction on the pattern of anthesis.

おいて夜冷処理開始20日目で分化した花芽が、26日目には施肥区のほうがより発達していたことは、分化後の窒素供給の重要性を示している^{5,16)}。分化後の花芽も含めた苗の発育が分化初期からの窒素供給により促進されたことが原因で開花時期も早くなったと考えられる。横溝¹⁶⁾は花芽分化期との関係で最も促進しうる施肥制限の時期に最適期の存在を示唆しており、夜冷処理開始以前の環境には花成誘導効果がないとするならば、本実験からその時期は花成誘導効果のある環境条件に入る前であり、花成誘導期間中ではないことが予測できる。

生育について

第2表に示すように、“女峰”、“とよのか”とも定植後10日目の調査では夜冷処理開始時に未展開であった完全展開第1葉および第2葉の葉面積が夜冷処理中の施肥量の増加とともに大きくなった。また、定植後57日目の時点でも完全展開第3葉の葉面積は施肥量が多いほど大

第2表 花成誘導時の施肥量と定植後の生育の関係

Table 2. Effect of fertilizer application during floral induction on area of newly expanded leaves.

品種	施肥量	定植後10日目の葉面積 ^z				57日目 ^x 葉面積
		第1葉 ^y	第2葉	第3葉	第4葉	
女峰 (mg/株)		(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)
	N0	11.7 ^c ^w	17.4 ^b	37.8 ^a	50.9 ^a	41.8 ^a
	N50	18.2 ^b	24.1 ^a	34.9 ^a	48.1 ^a	47.5 ^a
N100	24.2 ^a	28.1 ^a	36.5 ^a	45.6 ^a	50.5 ^a	
とよのか		(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)
	N0	8.7 ^b	15.0 ^a	21.6 ^a	21.6 ^a	56.1 ^b
	N50	15.1 ^a	18.4 ^a	25.2 ^a	41.4 ^a	65.7 ^a ^b
N100	16.2 ^a	17.0 ^a	25.6 ^a	39.0 ^a	71.7 ^a	

z: 中央小葉長×小葉幅
y: 新展開葉から順に第1、第2葉…とした
x: 第3葉について測定
w: 同一品種・カラム内のダンカン多重検定 (p=0.05)

大きく、長期間にわたり夜冷処理中の施肥の影響が認められた。夜冷処理中の施肥中断による生育抑制が定植後1ヶ月以上に及ぶと報告されており¹⁵⁾、定植直前の苗の栄養状態が定植後の生育にかなり長期間にわたり重要な意味を持つことがわかる。処理終了時の葉色は各葉位とも施肥量が多いほど濃く、両品種とも同様の傾向であった(第3表)。葉面積が大きく葉色が濃いことは定植後の同化作用が活発に行われることを容易に推測させる。本実験のように体内窒素レベルが十分低下した苗に対し花成誘導期間中わずかながら窒素を供給することにより、花

第3表 花成誘導時の施肥量と定植時の葉色の関係

Table 3. Effect of fertilizer application during floral induction on leaf color at the end of the treatment.

品種	施肥量	処理終了時の葉色 ^z			
		第1葉 ^y	第2葉	第3葉	第4葉
女峰 (mg/株)					
	N0	31.0 ^a ^x	35.3 ^b	30.4 ^b	24.8 ^b
	N50	29.2 ^a	39.4 ^{ab}	34.2 ^{ab}	32.6 ^{ab}
N100	35.6 ^a	42.4 ^a	41.0 ^a	36.8 ^a	
とよのか					
	N0	31.0 ^a	34.4 ^b	31.0 ^b	31.4 ^a
	N50	35.0 ^a	40.4 ^a	34.8 ^{ab}	30.6 ^a
N100	32.4 ^a	42.0 ^a	40.4 ^a	34.0 ^a	

z: 中央小葉のSPAD-501(ミノルタ)測定値
y: 新展開葉から順に第1、第2葉…とした
x: 同一品種・カラム内のダンカン多重検定 (p=0.05)

成誘導に影響することなく苗の発育を促進することが可能であることが示唆された。

果実特性について

次に、頂花房第1果の果実特性を第4表に示す。調査に供した果実はすべて11月中に収穫したものである。両品種とも施肥により果重およびそう果数が増加したが、そう果密度には施肥量間でほとんど差がなかった。果重の増加程度は“女峰”では約1g、“とよのか”では3g近くまで増加した。N50mg区およびN100mg区のそう果数はN0mg区に比べ“女峰”ではそれぞれ3%および6%の増加であり、“とよのか”ではそれぞれ8%および17%の増加であった。果重とそう果密度およびそう果数の関係を見ると、両品種ともそう果数との間には高い相関関係が認められたが、そう果密度との間の相関は小さかった(第5表)。そう果数は花成誘導期間中の窒素供給により大きく影響を受けるという事実は、そう果数の決定時期が花芽発達の初期過程にあるという予測を裏付けるものであろう。果実肥大期間と果重との関係を見るため開花から収穫までの成熟日数を調査したところ、頂花房第1果の収穫期に当たる11月中では成熟日数にはほと

第4表 花成誘導時の施肥量と頂花房第1果の形質との関係

Table 4. Effect of fertilizer application during floral induction on some characters of the primary berry.

品種	施肥量	果重	そう果密度	そう果数 ^z
女峰 (mg/株)		(g)	(コ/cm ²)	(コ)
	N0	13.8 ^b ^y	9.4 ^a	199.3 ^a
	N50	15.1 ^a	8.8 ^a	204.7 ^a
N100	15.1 ^a	9.0 ^a	212.0 ^a	
とよのか		(g)	(コ/cm ²)	(コ)
	N0	12.1 ^b	11.9 ^a	222.9 ^b
	N50	13.3 ^{ab}	12.1 ^a	240.7 ^{ab}
N100	14.8 ^a	11.9 ^a	259.9 ^a	

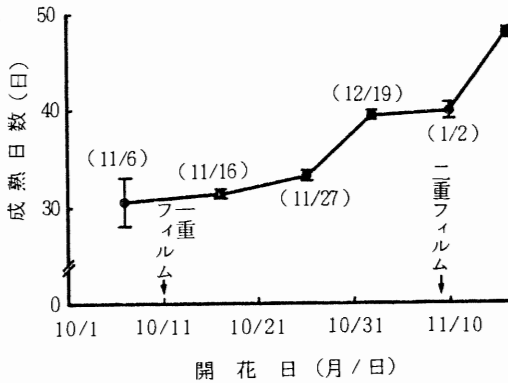
z: 不稔種子も含む
y: 同一品種・カラム内のダンカン多重検定 (p=0.05)

第5表 果重と果実形質間の相関係数

Table 5. Correlation coefficient of berry weight to achene density or achene number.

品種	そう果密度	そう果数
女峰	0.0269	0.6181
とよのか	-0.2011	0.7493

んど差が認められなかった(第3図)。これは開花から収穫までの間にビニル被覆や内張りカーテンによる保温操作が入るため肥大期の温度環境がトータルとして近似していたことによると考えられる^{8,10)}。したがって、本実験で行った栽培管理のもとでは11月中収穫の果実については、果重に影響する種々の要因のうち本圃でのかん水、元肥量などとともに温度環境についても同一とみてもよいと考えられるので、頂花房第1果の果重増加はそう果数の増加によるものと考えられる。逆に、果重とそう果密度との関係は品種¹⁾や栽培環境¹¹⁾により異なることが知られており、この時期の温度環境を操作し、そう果密度を低下させるように管理することで、果重をさらに増加させ得ることが予測される。



第3図 成熟日数の変化
 図中()内は収穫日、各点は20~60サンプルの平均値±SEを示す。

Fig.3. Relationship between anthesis date and maturing period.

開花数について

花房当りの開花数を第6表に示す。夜冷処理による花成誘導期間の窒素供給量の差が開花数に与える影響は小さく、頂花房では両品種とも施肥により1~2花増加したのみであった。岩田ら³⁾や香川⁴⁾の開花数は花房の完成する時期までの窒素供給量に影響されるとしていることから、花房形成・発達過程の比較的後期に開花数決定時期があることが示唆された。

第6表 花成誘導時の施肥量と花房当り開花数の関係

Table 6. Effect of fertilizer application during floral induction on number of bloomed flower per cluster.

品種	施肥量	頂花房 開花数	一次腋花房	
			開花数	花房数
女峰	(mg/株)	(コ)	(コ)	(本)
	N0	15.0 ^{a z}	12.4 ^a	2.1 ^a
	N50	16.5 ^a	13.2 ^a	2.0 ^a
	N100	16.3 ^a	12.0 ^a	2.2 ^a
とよのか	N0	7.9 ^b	—	—
	N50	9.5 ^a	—	—
	N100	9.5 ^a	—	—

z:同一品種・カラム内のダンカン多重検定(p=0.05)

収量特性について

収穫開始時期および年内収量を第7表に示す。頂花房の収穫開始は“女峰”では施肥により早くなる傾向が認められた。

“女峰”の11月中収量はN50mg区およびN100mg区ではN0mg区に比べそれぞれ11%および22%の増加であった。

第7表 花成誘導時の施肥量と収量特性との関係(“女峰”)

Table 7. Effect of fertilizer application during floral induction on yield (“Nyoho”).

施肥量	頂花房			株当り収量(4g以上)			
	収穫開始日	収穫開始 株50多期	腋花房 収穫開始 株50多期	11月	12月	合計	一果 平均重
(mg/株)	(月/日)	(月/日)	(月/日)	(g)	(g)	(g)	(g)
N0	11/7	11/12.7	12/7.6	50.4	136.6	187.0	11.1
N50	11/7	11/11.7	12/13.8	56.0	136.6	192.6	11.5
N100	11/2	11/10.3	12/9.0	61.7	129.2	190.9	10.6

一方、12月中の収量がN100 mg 区で若干少なかったため年内合計収量では施肥による差はほとんど認められなかった。また、花芽分化期の高体内窒素レベルにより多発するといわれている乱形果の発生^{5,12)}は、本実験ではどの区においても認められなかった。施肥区における11月中収量の増加は、頂花房第1果の果重の増加および収穫開始時期の前進によるところが大きいと考えられる。

本実験で用いた肥料の肥効特性から、花成誘導初期からの施用では1株・1日当り窒素成分で0.4~0.8 mg程度を毎日与えることになる。しかし、従来より高窒素栄養は花芽分化を遅らせるとした多くの研究例があり、実施方法によっては結果が異なる可能性が残されている。したがって、使用する苗の窒素レベルは花芽分化を促進するためには一度は低下させる必要があるのか、その時期はいつか、あるいは使用する肥料の種類や施肥方法、施用量等について明らかにした上で実際栽培に適用すべきであろう。また、同時にそう果数や開花数などのイチゴの収量を構成する要素の決定時期について解明することは、施肥時期などの栽培管理の適期を決定する上で重要な資料となるであろう。

摘 要

短日夜冷処理期間中の施肥の影響を花芽の分化・発育および2、3の収量構成要素について検討した。実験は“女峰”および“とよのか”を供試し、促成11月どり作型の中で実施した。

1. 体内窒素レベルの十分低下した苗に対し、短日夜冷処理期間の初期から緩効性被覆肥料を用いて施肥処理を行った。
2. 施肥処理により花芽分化を遅らせることなく分化後の花芽の発達が促進され、開花期も前進した。
3. 処理開始後に展開した葉は、施肥量が多いほど大きく、処理後2ヶ月近くまで影響が認められた。
4. 頂花房第1果について、そう果数は、施肥量とともに増加し、果重とそう果数との間に高い相関関係が存在した。
5. 処理の影響は11月収量には認められたが、12月収量には及んでいなかった。

引用文献

1. ABBOTT, A.J., G.R. BEST, and R.A. WEBB 1970. The relation of achene number to berry weight in strawberry fruit. *J. Hort. Sci.* 45: 215-222.

2. 星川清親, 1980. 新編食用作物, 養賢堂, PR 91-95.
3. 岩田正利・小崎 格, 1969. 窒素供給期間の差異がイチゴの生育・収量に及ぼす影響, *園学雑*, 38(1):23-28.
4. 香川 彰, 1956. イチゴの収量構成と穂肥の時期, *農及園*, 31(12): 1671-1674.
5. 川里 宏・中枝 健, 1977. 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, *栃木農試研報*, 12: 105-112.
6. 川島信彦, 1989. 果菜類に対する炭酸ガス施用効果(第2報)促成イチゴについて, 1989年度日農気要旨: 38-39.
7. 松本 理・原田泰彦・福田昭二郎, 1983. イチゴ苗の窒素栄養の違いが花成誘導期間に及ぼす影響, *近畿中国農研*, 65: 40-43.
8. 森下昌三・本多藤雄, 1979. イチゴの果実成熟のための有効積算温度, *農及園*, 54(11): 1399-1400.
9. 森下昌三・山川 理, 1989. イチゴの夜冷短日処理による花成誘導期間の品種間差異, *園学雑*, 58別: 338-339.
10. 斎藤 隆・伊東秀夫, 1970. イチゴ果実の発育に関する研究(第1報)果実の発育過程ならびに花の発育と果実の発育との関係, *園学要旨*, 昭45春:176-177.
11. STRICK, B.C., J.T.A. PROCTOR 1988. Relationship between achene number, achene density, and berry fresh weight in strawberry. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113(4): 620-623.
12. 棚田一治・峯岸正好・木村雅行・内藤 潔, 1975. イチゴの花成に関する研究(第6報)花芽分化期の体内NO₃-Nレベルと花成、収量について, *園学要旨*, 昭50春: 192-193.
13. 田中康雄・水田昌宏, 1974. 促成長期栽培におけるイチゴ室交早生の栄養生理に関する研究(第1報)窒素施肥が生育・収量・養分吸収に与える影響について, *奈良農試研報*, 6: 38-43.
14. ————・————— 1976. ———— (第2報) 基肥窒素の肥効が生育・収量・養分吸収に与える影響について, *奈良農試研報*, 7: 31-37.
15. 山川 理・野口裕司, 1989. 短日夜冷処理によるイチゴ実生苗の花芽分化促進効果, *野菜茶試報*, D,2: 127-132.
16. 横溝 剛, 1958. 促成育苗の研究(第6報)育苗中の施肥量及び施肥時期の影響について, *神奈川農試園分場研報*, 6: 41-48.